



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : **Confirmation No. 6185**  
Takeshi OHNO et al. : Docket No. 2003\_1241A  
Serial No. 10/649,723 : Group Art Unit 2821  
Filed August 28, 2003 : Examiner Huedung X. Cao

DIELECTRIC LOADED  
ANTENNA APPARATUS WITH  
INCLINED RADIATION SURFACE  
AND ARRAY ANTENNA APPARATUS  
INCLUDING THE DIELECTRIC LOADED  
ANTENNA APPARATUS

: **Mail Stop: Amendment**

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
ACCOUNT NO. 23-0975

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-253691, filed August 30, 2002, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Takeshi OHNO et al.

By David M. Ovedovitz  
David M. Ovedovitz  
Registration No. 45,336  
Attorney for Applicants

DMO/jmj  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
April 27, 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-253691

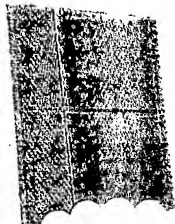
[ST.10/C]:

[JP2002-253691]

出 願 人

Applicant(s):

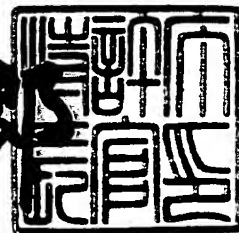
松下電器産業株式会社



2003年 2月12日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3006247

【書類名】 特許願

【整理番号】 185219

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01Q 13/28  
H01Q 1/24  
H01Q 21/28

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 大野 健

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 小川 晃一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100098280

【弁理士】

【氏名又は名称】 石野 正弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602660

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 誘電体装荷アンテナ装置、アレーアンテナ装置及び無線装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 給電線路と、上記給電線路の端部に装荷された柱形状の装荷誘電体とを備えた誘電体装荷アンテナ装置において、

上記装荷誘電体の放射面を、上記給電線路の軸方向に垂直な面から傾斜された傾斜面となるように形成したことを特徴とする誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 2】 上記装荷誘電体の軸方向に垂直な断面は、円形又は多角形であることを特徴とする請求項 1 記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 3】 上記給電線路は導波管であり、

上記導波管は、上記装荷誘電体に電磁波を給電する開口を備えた放射導波管と、上記放射導波管に電磁波を給電する給電導波管とを含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 4】 上記導波管の内部に誘電体が充填されたことを特徴とする請求項 3 記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 5】 上記装荷誘電体は、上記装荷誘電体の軸方向の中心軸が上記放射導波管の軸方向の中心軸からシフトするように配置されたことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 6】 上記装荷誘電体は、上記装荷誘電体の軸方向の中心軸が上記放射導波管の軸方向の中心軸から偏波方向又は偏波方向に対して垂直な方向にシフトするように配置されたことを特徴とする請求項 3 乃至 5 のうちのいずれか 1 つに記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 7】 上記給電導波管は、上記給電導波管の軸方向の中心軸が上記放射導波管の断面の中心からシフトするように配置されたことを特徴とする請求項 3 乃至 6 のうちのいずれか 1 つに記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 8】 上記給電線路は、誘電体基板上に形成されたマイクロストリップ線路であり、上記マイクロストリップ線路の端部に、上記装荷誘電体に給電する給電パッチ導体を備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 9】 上記装荷誘電体は、上記装荷誘電体の軸方向の中心軸は上記給電パッチ導体の中心からシフトして配置されたことを特徴とする請求項 8 記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 10】 上記装荷誘電体は、上記装荷誘電体の軸方向の中心軸が上記給電パッチ導体の中心から偏波方向に又は偏波方向に垂直な方向にシフトするように配置されたことを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 11】 上記マイクロストリップ線路は、上記マイクロストリップ線路の軸方向の中心軸が上記給電パッチ導体の中心からシフトするように配置されたことを特徴とする請求項 8 乃至 10 のうちのいずれか 1 つに記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 12】 上記誘電体装荷アンテナ装置を覆うレドームをさらに備え、上記レドームと上記装荷誘電体とは一体成形されていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のうちのいずれか 1 つに記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 13】 上記給電線路は、導波管とマイクロストリップ線路とを含み、上記導波管と上記マイクロストリップ線路との間に挿入され、上記導波管と上記マイクロストリップ線路との間のインピーダンスを整合させるための変換器をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 12 のうちのいずれか 1 つに記載の誘電体装荷アンテナ装置。

【請求項 14】 請求項 1 乃至 13 のうちのいずれか 1 つに記載の誘電体装荷アンテナ装置を互いに所定の距離だけ離間配置して複数個備えたことを特徴とするアレーアンテナ装置。

【請求項 15】 上記各装荷誘電体の傾斜面はそれぞれ、アレーアンテナ装置の所定の指向特性を達成するように所定の傾斜角及び所定の方向で傾斜されたことを特徴とする請求項 14 記載のアレーアンテナ装置。

【請求項 16】 上記各装荷誘電体を選択的に切り換えて給電線路に接続するスイッチ手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 14 又は 15 記載のアレーアンテナ装置。

【請求項 17】 請求項 14 乃至 16 のうちのいずれか 1 つのアレーアンテナ

ナ装置であって、アレーアンテナ装置の設置位置に応じて、上記各装荷誘電体の配置を変更し、又はその一部を削除したことを特徴とするアレーアンテナ装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 乃至 1 2 のうちのいずれか 1 つに記載の誘電体装荷アンテナ装置、又は、請求項 1 3 乃至 1 7 のうちのいずれか 1 つに記載のアレーアンテナ装置を備え、

上記誘電体装荷アンテナ装置又は上記アレーアンテナ装置は基板に形成され、  
上記基板の面又は上記基板内に設けられ、上記アンテナ装置に接続された無線送受信回路を備えたことを特徴とする無線装置。

【請求項 1 9】 上記基板の面又は上記基板内に設けられ、上記無線送受信回路に接続された変復調回路をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 8 記載の無線装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マイクロ波帯、準ミリ波帯、又はミリ波帯で使用される誘電体装荷アンテナ装置と、当該誘電体装荷アンテナ装置を用いたアレーアンテナ装置と、それらのアンテナ装置を用いた無線装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、マイクロ波帯、準ミリ波帯、又はミリ波帯の無線通信システムにおいて用いられるアンテナとして、マイクロストリップ線路や導波管等で構成された給電回路の上に誘電体を装荷する誘電体装荷アンテナ装置が多く用いられている（従来技術文献 1 「津川哲雄ほか，”ファット誘電体装荷アンテナ”，1999 年電子情報通信学会総合大会，B-1-119，119 頁，電子情報通信学会発行，1999 年 3 月」、特開 2 0 0 2 - 1 8 5 2 4 0 号公報参照。）。

【 0 0 0 3 】

図 4 1 は、従来技術の導波管給電型誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【 0 0 0 4 】

図 4 1 に図示された、従来技術の導波管給電型誘電体装荷アンテナ装置においては、給電導波管 4 と放射導波管 7 とを下側導体基板 1 1 及び上側導体基板 1 2 により形成し、上側導体基板 1 2 上であって、放射導波管 7 の放射開口 1 0 7 を覆うように、誘電体柱にてなる装荷誘電体 1 0 8 が設けられたことを特徴としている。ここで、下側導体基板 1 1 の上面には矩形断面形状の下側矩形溝 2 が形成され、下側矩形溝 2 の一端は下側導体基板 1 1 の下面まで貫通して給電開口 1 に連結され、下側矩形溝 2 の他端は矩形断面形状の下側放射導波管室 5 に連結されている。ここで、下側放射導波管室 5 は、下側導体基板 1 1 を上面から所定の深さまで厚さ方向で掘り下げることにより形成されている。また、上側導体基板 1 2 の下面には、下側矩形溝 2 に対応する矩形断面形状の上側矩形溝 3 が設けられ、上側矩形溝 3 の一端は、上側導体基板 1 2 を厚さ方向に貫通した矩形断面形状の上側放射導波管室 6 に連結されている。

#### 【 0 0 0 5 】

さらに、下側導体基板 1 1 と上側導体基板 1 2 は、下側矩形溝 2 と上側矩形溝 3 とが対向しかつ下側放射導波管室 5 と上側放射導波管室 6 とが対向するように重ね合わされて接合されたときに、下側矩形溝 2 と上側矩形溝 3 とが矩形断面形状の給電導波管 4 を構成し、下側放射導波管室 5 と上側放射導波管室 6 が矩形断面形状の放射導波管 7 を構成する。ここで、放射導波管 7 の管軸方向又は導波方向（鉛直方向）の長さは、アンテナの動作波長に対応する管内波長を  $\lambda_g$  として、 $n \cdot \lambda_g / 2$ （ここで、 $n$  は自然数である。）に設定されている。ここで、装荷誘電体 1 0 8 は、放射導波管 7 の鉛直方向の中心軸と装荷誘電体 1 0 8 の鉛直方向の中心軸とが一致するように、上側導体基板 1 2 の放射開口 1 0 7 上に接着して固定されている。

#### 【 0 0 0 6 】

給電開口 1 より入力された電磁波は給電導波管 4 内を進行し、進行してきた電磁波は放射導波管 7 を通って装荷誘電体 1 0 8 に給電される。このとき、装荷誘電体 1 0 8 を通る電磁波と装荷誘電体 1 0 8 の表面を沿って進行する表面波の 2 種が現れる。装荷誘電体 1 0 8 の上面（放射面）である水平面 S 0 においてこの 2 種の波の位相を合わせるように装荷誘電体 1 0 8 の寸法を決定することにより



、この誘電体装荷アンテナ装置は高利得のアンテナとして動作する。誘電体装荷アンテナ装置は、小型の形状で、高い利得特性が得られるので、効率の良いアンテナであるという特徴を有する。

#### 【0007】

以下、放射導波管7の放射開口107の中心を原点とした、図41に示されたようなx y z座標系を参照する。図41の構成において、例えば、下側導体基板11の材料はアルミニウムであり、その水平方向の大きさを100 mm×100 mmとし、厚さを3 mmとし、上側導体基板12の材料はアルミニウムであり、その水平方向の大きさを100 mm×100 mmとし、厚さを2.5 mmとする。下側導体基板11と上側導体基板12とを接合したときの給電導波管4の断面の寸法は、垂直方向の長さ3.76 mmと、水平方向の長さ1.88 mmを有し、放射導波管7の水平方向の断面寸法は2.8 mm×2.8 mmとし、円柱形状の装荷誘電体108の材料はポリプロピレン（比誘電率2.26）であり、そのサイズを直径 $\phi = 6$  mm、高さ $L = 7$  mmとする。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

図42は、以上の寸法で製作された図41の誘電体装荷アンテナ装置のx z平面内の放射指向特性を示すグラフである。図42に示すように、従来技術の誘電体装荷アンテナ装置の放射指向特性は、上側導体基板12の上面に対して垂直な正面方向である+z方向のビーム方向を有している。すなわち、円柱又は立方体形状の装荷誘電体108を用いた場合、放射指向特性は、導体基板に対して誘電体を装荷した方向に向う方向にビーム方向を有する。これは、装荷誘電体108の表面において、伝搬する電磁波の振幅と位相が対称であるからである。そのため、z方向以外に放射するためには、誘電体装荷アンテナ装置全体をその方向に向ける必要がある。

#### 【0009】

また、誘電体装荷アンテナ装置は高い利得特性を有しているので、放射指向特性のビーム幅が狭いという特徴も有している。そのため、誘電体装荷アンテナ装置では、カバーできるエリアが狭くなる。また、ミリ波帯のような空間減衰の大

きな周波数帯においては、回線設計上、アンテナに高い利得が必要となるが、使用用途によっては、アンテナに広いカバーエリアが要求されるので、この2つの相反する関係を同時に満たさなければならない。

【0010】

本発明の目的は以上の問題点を解決し、アンテナ装置自体の設置の向きに限定されない放射指向特性を有する誘電体装荷アンテナ装置と、当該誘電体装荷アンテナ装置を用いたアレーアンテナ装置と、それらのアンテナ装置を用いた無線装置を提供することにある。

【0011】

また、本発明の別の目的は以上の問題点を解決し、広い範囲をカバーすることができる放射指向特性を有する誘電体装荷アンテナ装置と、当該誘電体装荷アンテナ装置を用いたアレーアンテナ装置と、それらのアンテナ装置を用いた無線装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る誘電体装荷アンテナ装置は、給電線路と、上記給電線路の端部に装荷された柱形状の装荷誘電体とを備えた誘電体装荷アンテナ装置において、

上記装荷誘電体の放射面を、上記給電線路の軸方向に垂直な面から傾斜された傾斜面となるように形成したことを特徴とする。

【0013】

上記誘電体装荷アンテナ装置において、上記装荷誘電体の軸方向に垂直な断面は、円形又は多角形であることを特徴とする。

【0014】

また、上記誘電体装荷アンテナ装置において、上記給電線路は導波管であり、上記導波管は、上記装荷誘電体に電磁波を給電する開口を備えた放射導波管と、上記放射導波管に電磁波を給電する給電導波管とを含むことを特徴とする。ここで、上記誘電体装荷アンテナ装置において、上記導波管の内部に誘電体が充填されたことを特徴とする。

【0015】

さらに、上記誘電体装荷アンテナ装置において、上記装荷誘電体は、上記装荷誘電体の軸方向の中心軸が上記放射導波管の軸方向の中心軸からシフトするように配置されたことを特徴とする。また、上記装荷誘電体は、上記装荷誘電体の軸方向の中心軸が上記放射導波管の軸方向の中心軸から偏波方向又は偏波方向に対して垂直な方向にシフトするように配置されたことを特徴とする。さらには、上記給電導波管は、上記給電導波管の軸方向の中心軸が上記放射導波管の断面の中心からシフトするように配置されたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

上記誘電体装荷アンテナ装置において、上記給電線路は、誘電体基板上に形成されたマイクロストリップ線路であり、上記マイクロストリップ線路の端部に、上記装荷誘電体に給電する給電パッチ導体を備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 7 】

また、上記誘電体装荷アンテナ装置において、上記装荷誘電体は、上記装荷誘電体の軸方向の中心軸は上記給電パッチ導体の中心からシフトして配置されたことを特徴とする。ここで、上記装荷誘電体は、上記装荷誘電体の軸方向の中心軸が上記給電パッチ導体の中心から偏波方向に又は偏波方向に垂直な方向にシフトするように配置されたことを特徴とする。また、上記マイクロストリップ線路は、上記マイクロストリップ線路の軸方向の中心軸が上記給電パッチ導体の中心からシフトするように配置されたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

上記誘電体装荷アンテナ装置において、上記誘電体装荷アンテナ装置を覆うレドームをさらに備え、上記レドームと上記装荷誘電体とは一体成形されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

また、上記誘電体装荷アンテナ装置において、上記給電線路は、導波管とマイクロストリップ線路とを含み、上記導波管と上記マイクロストリップ線路との間に挿入され、上記導波管と上記マイクロストリップ線路との間のインピーダンスを整合させるための変換器をさらに備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

本発明に係るアレーアンテナ装置によれば、上記誘電体装荷アンテナ装置を互いに所定の距離だけ離間配置して複数個備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

上記アレーアンテナ装置において、上記各装荷誘電体の傾斜面はそれぞれ、アレーアンテナ装置の所定の指向特性を達成するように所定の傾斜角及び所定の方角で傾斜されたことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、上記アレーアンテナ装置において、上記各装荷誘電体を選択的に切り換えて給電線路に接続するスイッチ手段をさらに備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

さらに、上記アレーアンテナ装置において、アレーアンテナ装置の設置位置に応じて、上記各装荷誘電体の配置を変更し、又はその一部を削除したことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

本発明に係る無線装置は、上記誘電体装荷アンテナ装置又はアレーアンテナ装置を備え、

上記誘電体装荷アンテナ装置又は上記アレーアンテナ装置は基板に形成され、  
上記基板の面又は上記基板内に設けられ、上記アンテナ装置に接続された無線送受信回路を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

上記無線装置において、上記基板の面又は上記基板内に設けられ、上記無線送受信回路に接続された変復調回路をさらに備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施形態】

以下、図面を参照して本発明に係る実施形態について説明する。なお、以下に開示された各実施形態は例示にすぎず、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。また、図面において、同一又は同様の構成要素については同一の符号を付して、その説明を省略する。

【 0 0 2 7 】

# <第 1 の実施形態>

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 の構成を示す分解斜視図であり、図 2 には、図 1 の A - A' 線における縦断面図を示している。ただし、以下の各実施形態を通じて、放射導波管 7 の放射開口 1 0 7 の中心を原点とする、図面に示されたような x y z 座標系を参照し、+ z 方向を「上」と呼び、- z 方向を「下」と呼ぶものとする。

## 【 0 0 2 8 】

図 4 1 の従来技術の誘電体装荷アンテナ装置の装荷誘電体 1 0 8 が円柱形状を有しかつその上面の放射面（電磁波を放射する面、又は電磁波を受信する面をいう。）が水平面 S 0 であったのに対して、本実施形態の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、水平面に対して斜めに切断されてなる傾斜面 S 1 を有する円柱形状の装荷誘電体 8 を備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

図 1 及び図 2 において、下側導体基板 1 1 の上面には矩形断面形状の下側矩形溝 2 が形成され、下側矩形溝 2 の一端は下側導体基板 1 1 の下面まで貫通して給電開口 1 に連結され、下側矩形溝 2 の他端は矩形断面形状の下側放射導波管室 5 に連結されている。ここで、下側放射導波管室 5 は、下側導体基板 1 1 を上面から所定の深さまで厚さ方向で掘り下げることにより形成されている。また、上側導体基板 1 2 の下面には、下側矩形溝 2 に対応する矩形断面形状の上側矩形溝 3 が設けられ、上側矩形溝 3 の一端は、上側導体基板 1 2 を厚さ方向に貫通した矩形断面形状の上側放射導波管室 6 に連結されている。

## 【 0 0 3 0 】

さらに、下側導体基板 1 1 と上側導体基板 1 2 は、下側矩形溝 2 と上側矩形溝 3 とが対向しかつ下側放射導波管室 5 と上側放射導波管室 6 とが対向するように重ね合わされて接合されたときに、下側矩形溝 2 と上側矩形溝 3 とが矩形断面形状の矩形導波管である給電導波管 4 を構成し、下側放射導波管室 5 と上側放射導波管室 6 が矩形断面形状の矩形導波管である放射導波管 7 を構成する。ここで、放射導波管 7 の管軸方向（鉛直方向）の長さは、アンテナの動作波長に対応する管内波長を  $\lambda_g$  として、 $n \cdot \lambda_g / 2$ （ここで、 $n$  は自然数である。）に設定さ

れ、放射導波管 7 は動作波長に対して共振器として動作する。ここで、装荷誘電体 8 は、放射導波管 7 の鉛直方向の中心軸と装荷誘電体 8 の鉛直方向の中心軸とが一致するように、上側導体基板 12 の放射開口 107 上に固定されている。

#### 【0031】

図 2 において、装荷誘電体 8 は、直径  $\phi 1$  の円柱形状の誘電体を、側面の最大高さ  $L1$  の位置において、 $xy$  平面（すなわち、上側導体基板 2 の上面）に平行な水平面に対して傾斜角  $\alpha$  で切断した形状を有する。この切断面である傾斜面  $S1$  は、水平面（ $xy$  平面）から  $xz$  平面において回転して傾斜角  $\alpha$  だけ傾斜され、 $-x$  方向のベクトルと  $+z$  方向のベクトルとの合成ベクトルの方向を向く。なお、下側導体基板 11 と上側導体基板 12 と装荷誘電体 8 とは、接着ネジ止め、熔接等の手段で互いに接合されている。

#### 【0032】

給電開口 1 より入力された電磁波は、下側導体基板 11 及び上側導体基板 12 を接合することによって形成された給電導波管 4 内を進行する。進行してきた電磁波は放射導波管 7 を通って装荷誘電体 8 に給電される。このとき、装荷誘電体 8 を通る電磁波と装荷誘電体 8 の表面を沿って進行する表面波の 2 種が現れる。本実施形態の誘電体装荷アンテナ装置 10 は、図 41 の従来例と異なり、円柱形状の装荷誘電体 8 の上部を  $xy$  平面に対して平行な水平面に対して斜めに切断することによって、装荷誘電体 8 の頂面が傾斜面  $S1$  となっていることが特徴である。一般に、誘電体内の電磁波の伝搬速度は、自由空間における電磁波の電波速度に比較して遅い。従って、装荷誘電体 8 がこのような形状であると、放射導波管 7 から装荷誘電体 8 に給電された電磁波は、 $xz$  平面内で、装荷誘電体 8 の外周面において速度差により  $+x$  の位置の外周面と、 $-x$  の位置の外周面とで、非対称な位相分布を有し、主ビーム方向が  $+z$  方向から傾く。図 2 の構成の場合は、傾斜面  $S1$  は  $-x$  方向に傾斜しているが、装荷誘電体 8 から放射される主ビームは  $+x$  方向に傾く。

#### 【0033】

以下、本発明者が試作した試作例の誘電体装荷アンテナ装置の実験結果について説明する。下側導体基板 11 の材料はアルミニウムであり、その水平方向の大

きさ 1 0 0 mm × 1 0 0 mm、厚さ 3 mm とし、上側導体基板 1 2 の材料はアルミニウムであり、その水平方向の大きさ 1 0 0 mm × 1 0 0 mm、厚さ 2. 5 mm とする。下側導体基板 1 1 と上側導体基板 1 2 とを接合したときの給電導波管 4 の断面の寸法は、垂直方向の長さ 3. 7 6 mm と、水平方向の長さ 1. 8 8 mm を有し、放射導波管 7 の水平方向の断面寸法は 2. 8 mm × 2. 8 mm とする。また、円柱形状の装荷誘電体 8 の材料はポリプロピレン（比誘電率 2. 2 6）であり、そのサイズは直径  $\phi 1 = 6$  mm、高さ  $L 1 = 7$  mm とし、傾斜角  $\alpha$  は  $15^\circ$  と  $30^\circ$  と  $45^\circ$  のうちのいずれかとする。なお、装荷誘電体 8 の鉛直方向の中心軸と、放射導波管 7 の鉛直方向の中心軸とは一致している。

## 【 0 0 3 4 】

図 3 乃至図 5 は、以上の寸法で製作された誘電体装荷アンテナ装置 1 0 の  $xz$  平面内における放射指向特性を示すグラフである。図 3 は、図 2 の傾斜角  $\alpha$  が  $15^\circ$  のときの放射指向特性を示し、図 4 は、傾斜角  $\alpha$  が  $30^\circ$  のときの放射指向特性を示し、図 5 は、傾斜角  $\alpha$  が  $45^\circ$  のときの放射指向特性を示す。図 3 乃至図 5 から明らかなように、傾斜角  $\alpha$  が大きくなるほど、主ビームは  $+z$  方向（すなわち鉛直方向）から  $+x$  方向に傾くことが分かる。

## 【 0 0 3 5 】

図 3 乃至図 5 の結果より、上側導体基板 1 2 に対して装荷誘電体 8 の頂面（放射面）を傾斜させて傾斜面  $S 1$  を形成することにより、傾斜面  $S 1$  が、鉛直方向である  $+z$  方向から  $-x$  方向に傾いているのに対して、当該誘電体装荷アンテナ装置の主ビームは、その逆方向である  $+x$  方向に傾く。また、水平面に対する傾斜面  $S 1$  の傾斜角  $\alpha$  を大きくすることで、アンテナ装置の主ビームの  $+z$  方向からの傾き角を大きくすることが可能である。

## 【 0 0 3 6 】

以上説明したように、本実施形態によれば、誘電体装荷アンテナ装置の放射指向特性において、上側導体基板 1 2 に対して正面方向に向いていた主ビームを傾けることができ、傾斜角  $\alpha$  を変化することにより、主ビームの角度を制御して操作できる。

## 【 0 0 3 7 】

図 6 は、第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す縦断面図である。図 6 において、装荷誘電体 8 の頂面（放射面）の傾斜面 S 2 は、 $x y$  平面である上側導体基板 1 2 の上面に平行な水平面に対して傾斜角  $\alpha$  を有するように、 $+z$  方向から  $-y$  方向に傾いている。言いかえると、この第 1 の変形例は、図 1 の実施形態における装荷誘電体 8 の配置と比べて、装荷誘電体 8 を上側導体基板 1 2 に対して  $90^\circ$  回転させて配置したものである。ここで、円柱形状の装荷誘電体 8 の頂面（放射面）を傾斜させる方向は、送信する電磁波の偏波方向に依存させなくてもよい。すなわち、当該アンテナ装置の主ビームを傾斜させたい方向（図 6 では  $+y$  方向）とは逆の方向に、傾斜面 S 2 の傾斜を形成すればよい。図 6 の場合においては、傾斜角  $\alpha 1$  を変化させることにより、 $y z$  平面内の放射指向特性の主ビームを傾けることが可能となる。

## 【 0 0 3 8 】

なお、図 1 及び図 2 の第 1 の実施形態においては、給電導波管 4 及び放射導波管 7 を伝搬する電磁波の電界の偏波面に平行な平面（図 2 においては、 $x y$  平面に平行な面）から所定の傾斜角  $\alpha$  で傾斜するように傾斜面 S 1 を形成している。また、図 6 の第 1 の実施形態の第 1 の変形例においても、給電導波管 4 及び放射導波管 7 を伝搬する電磁波の電界の偏波面に平行な平面（図 2 においては、 $x y$  平面に平行な面）から所定の傾斜角  $\alpha 1$  で傾斜するように傾斜面 S 2 を形成している。

## 【 0 0 3 9 】

図 7 は、第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。図 7 において、図 1 の円柱形状の装荷誘電体 8 に代えて、正方形の断面形状を有する四角柱形状の装荷誘電体 8 A を備えたことを特徴としている。ここで、装荷誘電体 8 A はその 4 つの側面がそれぞれ  $+x$  方向、 $+y$  方向、 $-x$  方向及び  $-y$  方向と平行となるように配置され、かつその上部は、水平面（ $x y$  平面）から  $x z$  平面において回転して所定の傾斜角だけ傾斜された傾斜面 S 3 を有するように切断されている。ここで、傾斜面 S 3 は、第 1 の実施形態と同様に、 $-x$  方向のベクトルと  $+z$  方向のベクトルの合成ベクトルの方向を向く。この第 2 の変形例によれば、四角形の断面形状の装荷誘電体 8 A を備え



ることによって、アンテナ装置の設計が簡単化されるという効果がある。なお、装荷誘電体 8、8 A の断面形状は、円形又は多角形に限らず、設計と製造において取り扱い易い任意の形状を選択することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

以上の実施形態においては、正方断面形状の放射導波管 7 を備えているが、本発明はこれに限らず、矩形、円形又は他の断面形状であってもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

以上の実施形態においては、矩形断面形状の給電導波管 4 を備えているが、本発明はこれに限らず、正方形、円形又は他の断面形状であってもよい。

#### 【 0 0 4 2 】

### < 第 2 の実施形態 >

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 a の構成を示す分解斜視図である。図 1 及び図 2 に図示された第 1 の実施形態では、下側導体基板 1 1 と上側導体基板 1 2 に設けられた給電導波管 4 及び放射導波管 7 によって電磁波を給電したのに対して、第 2 の実施形態では、誘電体基板 1 4 上に設けられたマイクロストリップ線路 1 7 によって電磁波を給電することを特徴とする。

#### 【 0 0 4 3 】

図 8 において、上面と下面の全面にそれぞれ導体層が形成された誘電体基板 1 4 の上面上に、マイクロストリップ導体 1 5 と給電パッチ導体 1 6 をパターンマスクなどを用いてエッチング等で形成する。このとき、給電パッチ導体 1 6 はマイクロストリップ線路 1 7 と電氣的に接続され、また、誘電体基板 1 4 の下面に形成された導体層は、接地導体 1 3 となる。なお、マイクロストリップ導体 1 6 の幅方向の中心を通過する長手方向の軸は、給電パッチ導体 1 6 の中心を通過するように、マイクロストリップ導体 1 6 及び給電パッチ導体 1 6 が形成される。ここで、誘電体基板 1 4 を挟設する接地導体 1 3 とマイクロストリップ導体 1 5 とにより、マイクロストリップ線路 1 7 を構成し、当該マイクロストリップ線路 1 7 は給電パッチ導体 1 6 に電磁波を給電する伝送線路として用いられる。さらに、誘電体基板 1 5 上に形成された給電パッチ導体 1 6 上に、第 1 の実施形態と

同様の傾斜面 S 1 を有する装荷誘電体 8 が接着又は熔接等の方法で固定される。

【 0 0 4 4 】

以上の第 2 の実施形態においては、マイクロストリップ線路 1 7 は、第 1 の実施形態における給電導波管 4 と同様に動作し、給電パッチ導体 1 6 は放射導波管 7 と同様に動作する。第 2 の実施形態のように、マイクロストリップ線路 1 7 による給電を行うことで、矩形導波管 4 による給電に比較して給電損失は大きくなるが、アンテナ装置を薄く製造することができ、小型・軽量化することができる。

【 0 0 4 5 】

< 第 3 の実施形態 >

図 9 は、本発明の第 3 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 b の構成を、装荷誘電体 8 と放射導波管 7 との配置を拡大して示す縦断面図である。

【 0 0 4 6 】

図 9 において、装荷誘電体 8 の頂面（放射面）である傾斜面 S 1 は、第 1 の実施形態と同様に x y 平面に平行な面から、x z 平面で回転して傾斜角  $\alpha$  2 だけ傾斜しており、かつ、装荷誘電体 8 の軸方向又は導波方向（鉛直方向）の中心軸 A 2 は、第 1 の実施形態の配置に比較して、放射導波管 7 の管軸方向（鉛直方向）の中心軸 A 1 から、+ x 方向に変位距離 p だけシフトして配置されている。図 9 で図示された放射導波管 7 の管軸方向（鉛直方向）の中心軸 A 1 は、図 1 0 で図示された放射導波管 7 の中心 C 1 を通過し、図 1 0 の x y 平面を垂直に貫通する軸である。また、図 9 で図示された装荷誘電体 8 の軸方向（鉛直方向）の中心軸 A 1 は、図 1 0 で図示された装荷誘電体 8 の中心 C 2 を通過し、図 1 0 の x y 平面を垂直に貫通する軸である。図 1 0 から明らかなように、装荷誘電体 8 の中心 C 2 は、第 1 の実施形態の配置に比較して、放射導波管 7 の中心 C 1 から、+ x 方向に変位距離 p だけシフトして配置されている。

【 0 0 4 7 】

以上説明したように、本実施形態によれば、装荷誘電体 8 を放射導波管 7 に対してシフトするように配置することにより、装荷誘電体 8 の外周面での電磁波の表面位相分布を、第 1 の実施形態に比較してさらに + x 方向に傾斜させることが

可能となり、放射指向特性の主ビームを、上側導体基板 1 2 の正面方向である + z 方向から、+ x 方向に向かって大きく傾けることが可能となる。

## 【 0 0 4 8 】

一例として、下側導体基板 1 1 及び上側導体基板 1 2 の材料と、給電導波管 4 及び放射導波管 7 の形状及び寸法は第 1 の実施形態と同じという条件のもとで、装荷誘電体 8 の材料はポリプロピレン（比誘電率 2. 2 6）、そのサイズは断面直径  $\phi 2 = 6 \text{ mm}$ 、高さ  $L 2 = 7 \text{ mm}$ 、傾斜面 S 1 の傾斜角  $\alpha 2 = 45^\circ$  とする。以上の寸法で製作された誘電体装荷アンテナ装置 1 0 b において、図 1 1 は図 9 の変位距離 p が 1. 3 mm のときの x z 平面内における放射指向特性を示すグラフであり、図 1 2 は変位距離 p が 1. 7 mm のときの x z 平面内における放射指向特性を示すグラフである。

## 【 0 0 4 9 】

図 1 1 及び図 1 2 から明らかなように、装荷誘電体 8 を放射導波管 7 に対してシフトするように配置させることにより、放射指向特性の主ビーム方向を大きく傾けることができる。また、変位距離 p を大きくするにつれて、主ビーム方向の傾き角を大きくすることができる。

## 【 0 0 5 0 】

また、変位距離 p を大きくするにつれて、当該アンテナ装置の主ビーム幅は大きくなっており、 $p = 1. 7 \text{ mm}$  のときには、+ x 方向を基準として  $20^\circ$  乃至  $70^\circ$  の約  $50^\circ$  の角度範囲にわたって、均一の利得をもった主ビームの広い指向特性を得ている。すなわち、装荷誘電体 8 の頂面（放射面）を傾斜面 S 1 とし、さらに、装荷誘電体 8 を放射導波管 7 からシフトして装荷することによって、装荷誘電体 8 の頂面（放射面）における位相分布の傾斜が大きくなることで、主ビーム方向を + z 方向から傾げるだけでなく、主ビーム幅を大きくする役割を果たしている。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 3 乃至図 1 7 はそれぞれ、第 3 の実施形態の第 1 乃至第 5 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す平面図である。

## 【 0 0 5 2 】

図 1 3 乃至図 1 5 に示すように、装荷誘電体 8 の中心  $C_2$  を放射導波管 7 の放射開口 1 0 7 の中心  $C_1$  (この中心  $C_1$  は、放射導波管 7 の断面の中心を通過する管軸方向の中心軸を通過する。) から、それぞれ変位距離  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  だけ  $-y$  方向にシフトするように装荷誘電体 8 を移動させて配置してもよい。

## 【 0 0 5 3 】

図 1 3 の第 1 の変形例では、当該アンテナ素子のビーム方向を  $+y$  方向に傾斜させることができ、この場合において、当該アンテナ素子のビーム方向をさらに  $+y$  方向に傾斜させることができる。また、図 1 4 の第 2 の変形例では、図 1 3 の第 1 の変形例に加えて、給電導波管 4 の中心軸  $A_3$  を放射開口 1 0 7 の中心  $C_1$  から  $+y$  方向に変位距離  $q_1$  だけシフトするように装荷誘電体 8 を移動させて配置してもよく、この場合において、当該アンテナ素子のビーム方向をさらに  $+y$  方向に傾斜させることができる。さらに、図 1 5 の第 3 の変形例では、給電導波管 4 の中心軸  $A_3$  を放射開口 1 0 7 の中心  $C_1$  から  $-y$  方向に変位距離  $q_2$  だけシフトするように装荷誘電体 8 を移動させて配置してもよく、この場合、変位距離  $q_2$  のシフトをしないときに比較して、当該アンテナ素子のビーム方向をさらに  $-y$  方向に傾斜させることができる。

## 【 0 0 5 4 】

また、図 1 6 の第 4 の変形例では、装荷誘電体 8 の中心  $C_2$  を放射開口 1 0 7 の中心  $C_1$  から  $+y$  方向に変位距離  $p_4$  だけシフトするように装荷誘電体 8 を移動させて配置してもよく、この場合において、当該アンテナ素子のビーム方向をさらに  $+y$  方向に傾斜させることができる。さらに、図 1 7 の第 5 の変形例では、装荷誘電体 8 の中心  $C_2$  を放射開口 1 0 7 の中心  $C_1$  から  $-x$  方向に変位距離  $p_5$  だけシフトするように装荷誘電体 8 を移動させて配置してもよく、この場合は、当該アンテナ素子のビーム方向をさらに  $+x$  方向に傾斜させることができる。

## 【 0 0 5 5 】

また、第 2 の実施形態の給電パッチ導体 1 6 を用いて給電する誘電体装荷アンテナ装置 1 0 a でも同様に、装荷誘電体 8 の鉛直方向の中心軸を、給電パッチ導体 1 6 (放射開口 1 0 7 に対応する) の中心からシフトするように装荷誘電体 8

を移動させて配置装荷することにより、アンテナ装置の主ビームの方向を同様に傾斜させることができる。さらに、マイクロストリップ導体 16 の幅方向の中心を通過する長手方向の軸が、給電パッチ導体 16 の中心から、マイクロストリップ導体 16 の幅方向にシフトするように、マイクロストリップ導体 16 及び給電パッチ導体 16 を形成してもよく、この場合、第 3 の実施形態における給電導波管 4 と放射開口 107 との位置関係と同様に、アンテナ装置の主ビームの方向を傾斜させることができる。

## 【0056】

以上の第 3 の実施形態においては、装荷誘電体 8 を上側導体基板 12 の上面上でシフトするように配置しており、一方、給電導波管 4 の矩形断面の短辺方向が水平方向となるように給電導波管 4 が形成され、給電導波管 4 を伝搬する電磁波の偏波面は  $x-y$  平面に平行な面であるので、上記装荷誘電体 8 のシフトは、偏波面上で偏波方向に平行な方向で行っている。しかしながら、本発明はこれに限らず、給電導波管 4 の矩形断面の短辺方向が鉛直方向となるように給電導波管 4 を形成してもよく、この場合、給電導波管 4 を伝搬する電磁波の偏波面は  $y-z$  平面に平行な面であるので、上記装荷誘電体 8 のシフトは、偏波面上で偏波方向に対して垂直な方向で行うことになる。

## 【0057】

## &lt;第 4 の実施形態&gt;

図 18 は、本発明の第 4 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 10c の構成を示す斜視図であり、図 19 は図 18 の装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 を除去したときの上側導体基板 12a の平面図であり、図 19 において、給電導波管 4-1 乃至 4-7 を点線で図示している。第 4 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 10c は、放射素子として動作する円柱形状の装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 を備えたアレーアンテナ装置であり、装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 への電磁波の給電のために、第 1 の実施形態と同様に下側導体基板 11a と上側導体基板 12a において形成された給電導波管 4-1 乃至 4-7 と放射導波管 7-1 乃至 7-4 が設けられている。ここで、装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 は、例えば  $1/2$  波長などの所定の間隔だけ互いに離間して誘電体基板 12a 上に配置される。

## 【 0 0 5 8 】

図 1 9 において、給電開口 1 から給電された電磁波を、給電導波管 4 - 1 乃至 4 - 7 に設けられた分岐部 B 1 乃至 B 3 により 4 分配して各装荷誘電体 8 - 1 乃至 8 - 4 に給電する。すなわち、給電開口 1 に連結された給電導波管 4 - 1 は、分岐部 B 1 により給電導波管 4 - 2 と 4 - 3 に 2 分岐され、給電導波管 4 - 2 は、分岐部 B 2 により給電導波管 4 - 4 と 4 - 5 に 2 分岐され、ここで、給電導波管 4 - 4 は放射導波管 7 - 1 に連結され、給電導波管 4 - 5 は放射導波管 7 - 4 に連結される。また、給電導波管 4 - 3 は、分岐部 B 3 により給電導波管 4 - 6 と 4 - 7 に 2 分岐され、給電導波管 4 - 6 は放射導波管 7 - 2 に連結され、給電導波管 4 - 7 は放射導波管 7 - 3 に連結される。

## 【 0 0 5 9 】

図 1 8 において、放射導波管 7 - 1 乃至 7 - 4 の上にはそれぞれ、第 1 の実施形態と同様に、頂面（放射面）が傾斜面 S 1 - 1 乃至 S 1 - 4 に形成された装荷誘電体 8 - 1 乃至 8 - 4 が固定され、装荷誘電体 8 - 1 乃至 8 - 4 の傾斜面 S 1 - 1 乃至 S 1 - 4 は、それぞれ互いに異なるように傾斜されている。本実施形態においては、装荷誘電体 8 - 1 の傾斜面 S 1 - 1 は、上側導体基板 1 2 に平行な平面（以下、基板平行面という。）から、y z 平面で回転され所定の傾斜角で傾斜され、- y 方向のベクトルと + z 方向のベクトルとの合成ベクトルの方向を向く。また、装荷誘電体 8 - 2 の傾斜面 S 1 - 2 は、基板平行面から、x z 平面で回転され所定の傾斜角で傾斜され、- x 方向のベクトルと + z 方向のベクトルとの合成ベクトルの方向を向く。さらに、装荷誘電体 8 - 3 の傾斜面 S 1 - 3 は、基板平行面から、y z 平面で回転され所定の傾斜角で傾斜され、+ y 方向のベクトルと + z 方向のベクトルとの合成ベクトルの方向を向く。またさらに、装荷誘電体 8 - 4 の傾斜面 S 1 - 4 は、基板平行面から、x z 平面で回転され所定の傾斜角で傾斜され、+ x 方向のベクトルと + z 方向のベクトルとの合成ベクトルの方向を向く。なお、本実施形態においては、4 つの傾斜面 S 1 - 1 乃至 S 1 - 4 の傾斜角は互いに同一にしているが、本発明はこれに限定されない。また、4 つの傾斜面 S 1 - 1 乃至 S 1 - 4 が向く方向は図 1 8 の方向に限定されず、変化させてもよい。

## 【 0 0 6 0 】

本実施形態において、放射導波管 7-1 乃至 7-4 と装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 とを用いてアレーアンテナを構成し、装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 の傾斜面 S 1-1 乃至 S 1-4 の傾斜角及び各傾斜面 S 1-1 乃至 S 1-4 が向く方向を変化することにより、当該アレーアンテナの放射指向特性を変化することができ、所望の放射指向特性を実現することができる。

## 【 0 0 6 1 】

また、図 1 8 に図示したアレーアンテナにおいて、各装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 に給電する電磁波の振幅及び／又は位相を制御することにより、当該アレーアンテナの放射指向特性を変化することができ、所望の放射指向特性を実現することができる。この場合において、各装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 の傾斜面 S 1-1 乃至 S 1-4 における電磁界の振幅分布と位相分布を制御することが重要であり、例えば、高利得アンテナを実現するためには、すべての装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 の傾斜面 S 1-1 乃至 S 1-4 上における電磁界の振幅と位相を合わせればよい。

## 【 0 0 6 2 】

一般的に、各装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 の傾斜面 S 1-1 乃至 S 1-4 上における電磁界の振幅は、給電導波管 4-1 乃至 4-7 の分岐部 B 1 乃至 B 3 における電磁波の分岐比又は分配比を変化させることにより制御することができ、その電磁界の位相は、給電部 1 から各放射導波管 7-1 乃至 7-4 に接続される端部までの給電導波管 4-1 乃至 4-7 及び分岐部 B 1 乃至 B 3 の各電気長を変化させることにより制御できる。なお、電気長を変化させるためには、遅延回路を挿入し、その遅延時間長を変化させればよい。

## 【 0 0 6 3 】

図 4 1 で図示される従来技術の円柱形状の装荷誘電体 1 0 8 を備えた誘電体装荷アンテナ装置を複数用いてアレーアンテナを構成した場合において、所望の放射指向特性を実現するためには、多数の装荷誘電体 1 0 8 を設ける必要であった。しかしながら、本実施形態の装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 のアレーを用いることにより、各装荷誘電体 8-1 乃至 8-4 単体において、放射する電磁波に対し

て複雑な振幅と位相を設定することができるために、少ない個数の装荷誘電体 8 及び放射導波管 7 だけを用いて所望の放射指向特性を達成することができる。また、装荷誘電体 8 と放射導波管 7 の個数を減らすことにより、給電導波管 4 の設計及び製作なども簡単になる。

## 【 0 0 6 4 】

以上の実施形態において、第 3 の実施形態のように、装荷誘電体 8 - 1 乃至 8 - 4 を放射導波管 7 - 1 乃至 7 - 4 からシフトして配置してもよく、その場合、より多様な放射指向特性を形成することが可能となる。

## 【 0 0 6 5 】

以上の実施形態において、装荷誘電体と放射導波管の個数を 4 個としているが、4 個とは異なる複数の個数であってもよい。

## 【 0 0 6 6 】

以上の実施形態において、装荷誘電体 8 - 1 乃至 8 - 4 はそれぞれ頂面に傾斜面 S 1 - 1 乃至 S 1 - 4 を有する円柱形状を有しているが、本発明はこれに限らず、所定の傾斜面を有する多角柱又は他の柱形状を有してもよい。

## 【 0 0 6 7 】

## &lt; 第 5 の実施形態 &gt;

図 2 0 は、本発明の第 5 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 d の構成を示す分解斜視図である。本実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 d は、マイクロストリップ線路 1 7 - 1 乃至 1 7 - 7 を介して給電される複数の装荷誘電体 8 - 1 乃至 8 - 4 を備えたアレーアンテナ装置であり、第 4 の実施形態における給電導波管 4 - 1 乃至 4 - 7 に代えて、マイクロストリップ線路 1 7 - 1 乃至 1 7 - 7 を設けたことを特徴としている。

## 【 0 0 6 8 】

図 2 0 において、裏面に接地導体 1 4 を有する誘電体基板 1 4 のおもて面に、マイクロストリップ導体 1 5 - 1 乃至 1 5 - 7 と給電パッチ導体 1 6 - 1 乃至 1 6 - 4 を形成する。誘電体基板 1 4 を挟設する接地導体 1 3 と各マイクロストリップ導体 1 5 - 1 乃至 1 5 - 7 によりそれぞれマイクロストリップ線路 1 7 - 1 乃至 1 7 - 7 を構成する。さらに、給電パッチ導体 1 6 - 1 乃至 1 6 - 4 上に、



第4の実施形態と同様の装荷誘電体8-1乃至8-4が、接着又は熔接等の方法で固定される。

#### 【0069】

マイクロストリップ導体15-1は分岐部B11によりマイクロストリップ導体15-2とマイクロストリップ導体15-3に2分岐され、マイクロストリップ導体15-2は分岐部B12によりマイクロストリップ導体15-4とマイクロストリップ導体15-5に2分岐され、マイクロストリップ導体15-4は給電パッチ導体16-1に接続され、マイクロストリップ導体15-5は給電パッチ導体16-2に接続される。また、マイクロストリップ導体15-3は分岐部B13によりマイクロストリップ導体15-6とマイクロストリップ導体15-7に2分岐され、マイクロストリップ導体15-6は給電パッチ導体16-3に接続され、マイクロストリップ導体15-7は給電パッチ導体16-4に接続される。給電パッチ導体16-1乃至16-4の上にはそれぞれ、第4の実施形態と同様に、傾斜面S1-1乃至S1-4を有する装荷誘電体8-1乃至8-4がそれぞれ固定されている。

#### 【0070】

以上のように構成された第5の実施形態によれば、第4の実施形態と同様の作用効果を有するとともに、第2の実施形態と同様の作用効果を有する。

#### 【0071】

#### <第6の実施形態>

図21は、本発明の第6の実施形態に係るスイッチ切り換え型アレーアンテナ装置である、誘電体装荷アンテナ装置10eの構成を示す分解斜視図である。図22は、図21のB-B'線における縦断面図であり、図23は、図21のC-C'線における縦断面図である。

#### 【0072】

本実施形態においては、それぞれ装荷誘電体8a, 8b, 8c, 8d, 8eになる5つのアンテナ素子からなるアレーアンテナ装置を構成し、各アンテナ素子をスイッチ21によって切り換えて使用することを特徴としている。スイッチ21は、1入力及び5出力のマイクロ波スイッチ回路であって、誘電体基板14

上に形成された、マイクロストリップ線路と、接続するマイクロストリップ線路をオン・オフする半導体スイッチ等を用いて構成され、誘電体基板 1 4 とともに下側導体基板 1 1 b の裏面に設けられている。

#### 【 0 0 7 3 】

図 2 1 において、放射導波管 7 a の放射開口を中心とする x y z 座標系を参照し、+ z 方向を上と呼び、- z 方向を下と呼ぶ。誘電体基板 1 4 の下面にスイッチ 2 1 とマイクロストリップ導体 1 5 a 乃至 1 5 e が形成され、上面にマイクロストリップ線路—矩形導波管変換器 2 0 a 乃至 2 0 e と接地導体 1 3 とが形成されている。誘電体基板 1 4 を挟設する接地導体 1 3 と各マイクロストリップ導体 1 5 a 乃至 1 5 f とにより、マイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 f を構成する。マイクロストリップ線路 1 7 f を介して給電される無線信号は、スイッチ 2 1 によってマイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 e のいずれか 1 つに選択的に切り換えられて伝送され、次いで、マイクロストリップ線路—矩形導波管変換器 2 0 a 乃至 2 0 e を介して、さらには、下側導体基板 1 1 b の下面に形成された給電開口 1 a 乃至 1 e から給電導波管 4 a 乃至 4 e に給電される。

#### 【 0 0 7 4 】

ここで、給電導波管 4 a 乃至 4 e と、それらに接続された放射導波管 7 a 乃至 7 e とは、第 1 の実施形態と同様に、下側導体基板 1 1 b と上側導体基板 1 2 b に形成される。例えば、給電導波管 4 a は、下側導体基板 1 1 b に形成された下側矩形溝 2 a と、上側導体基板 1 2 b に形成された上側矩形溝 3 a とを対向させることによって構成され、放射導波管 7 a は、下側導体基板 1 1 b に形成された下側放射導波管室 5 a と、上側導体基板 1 2 b に形成された上側放射導波管室 6 a とから構成される。ここで、下側放射導波管室 5 a は下側矩形溝 2 a と連結され、上側放射導波管室 6 a は上側矩形溝 3 a と連結されている。また、給電導波管 4 b 乃至 4 e と放射導波管 7 b 乃至 7 e についても同様に形成される。従って、給電開口 1 a 乃至 1 e から給電導波管 4 a 乃至 4 e に給電された無線信号は、給電導波管 4 a 乃至 4 e を通って給電開口 1 a 乃至 1 e とは反対側の放射導波管 7 a 乃至 7 e に入り、次いで、放射導波管 7 a 乃至 7 e の上に設けられた装荷誘電体 8 a 乃至 8 e を介して放射される。

## 【 0 0 7 5 】

本実施形態において、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e は、上側導体基板 1 2 b 上で十字形のアレーアンテナを構成している。ここで、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e は、例えば  $1/2$  波長などの所定の間隔だけ互いに離間して誘電体基板 1 2 b 上に配置される。装荷誘電体 8 a は導体基板面に平行な水平面 S 0 を有する円柱形状を有し、装荷誘電体 8 b 乃至 8 e は、第 1 の実施形態と同様に、頂面（放射面）が傾斜面 S 1 b 乃至 S 1 e となるように切断された円柱形状を有する。装荷誘電体 8 b 乃至 8 e はまた、装荷誘電体 8 a を中心にして囲むように、装荷誘電体 8 b と 8 c はそれぞれ図中の + x 方向と - x 方向に位置し、装荷誘電体 8 d と 8 e はそれぞれ + y 方向と - y 方向に位置するように配置されている。

## 【 0 0 7 6 】

図 2 2 において、装荷誘電体 8 d と 8 e の頂面（放射面）はそれぞれ装荷誘電体 8 a の位置する方向に対向するように傾斜された傾斜面 S 1 d 及び S 1 e で形成され、装荷誘電体 8 a の鉛直方向の中心軸は放射導波管 7 a の鉛直方向の中心軸に一致され、装荷誘電体 8 d は、装荷誘電体 8 d の鉛直方向の中心軸 A d 2 が放射導波管 7 d の鉛直方向の中心軸 A d 1 から + y 方向に変位距離 p d だけシフトするように装荷配置され、装荷誘電体 8 e は、装荷誘電体 8 e の鉛直方向の中心軸 A e 2 が放射導波管 7 e の鉛直方向の中心軸 A e 1 から - y 方向に変位距離 p e だけシフトするように装荷配置されている。

## 【 0 0 7 7 】

図 2 3 において、装荷誘電体 8 b と 8 c の頂面（放射面）はそれぞれ装荷誘電体 8 a の位置する方向に対向するように傾斜された傾斜面 S 1 b 及び S 1 c で形成され、装荷誘電体 8 b は、装荷誘電体 8 b の鉛直方向の中心軸 A b 2 が放射導波管 7 b の鉛直方向の中心軸 A b 1 から + x 方向に変位距離 p b だけシフトするように装荷配置され、装荷誘電体 8 c は、装荷誘電体 8 c の鉛直方向の中心軸 A c 2 が放射導波管 7 c の鉛直方向の中心軸 A c 1 から - x 方向に変位距離 p c だけシフトするように装荷配置されている。

## 【 0 0 7 8 】

以上のように構成された本実施形態において、装荷誘電体 8 a は上側導体基板

1 2 b に対して垂直な正面方向（+ z 方向）の主ビームを有し、装荷誘電体 8 b 乃至 8 e は、それぞれ、z 軸方向からアンテナ装置の外側縁端部に傾斜した主ビームを有する。電磁波が放射される装荷誘電体 8 a 乃至 8 e のうち、スイッチ 2 1 により、電磁波が放射される 1 つの装荷誘電体を選択し、ここで、通信の相手先の位置する方向に合わせてスイッチ 2 1 を切り換えることにより、より高いアンテナ利得の状態で無線通信を行うことができる。すなわち、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e はそれぞれ、互いに異なる方向に主ビームを有しているので、スイッチ 2 1 と組み合わせて選択式のアレーアンテナにすることで、高利得でかつ広いエリアをカバーできる装荷誘電体アンテナ装置を実現できる。

## 【 0 0 7 9 】

以下、本発明者が試作した試作例の誘電体装荷アンテナ装置の実験結果について説明する。装荷誘電体 8 a は、材料がポリプロピレン（比誘電率 2. 2 6）であり、直径 6 mm 及び高さ 7 mm の円柱形状を有し、装荷誘電体 8 b 乃至 8 e はそれぞれ装荷誘電体 8 a と同じ高さの円柱形状を有し、その頂面（放射面）が x y 平面に平行な面から 4 5° の角度を有する傾斜面になるように切断される。給電開口 1 a 乃至 1 e、下側導体基板 1 1 b 及び上側導体基板 1 2 b の材料と、給電導波管 4 a 乃至 4 e 及び放射導波管 7 a 乃至 7 e の断面形状及び寸法は、第 1 の実施形態と同じ条件としている。

## 【 0 0 8 0 】

各装荷誘電体 8 b 乃至 8 e は、各装荷誘電体 8 b 乃至 8 e の鉛直方向の中心軸 A b 2 乃至 A e 2 がそれぞれ、各放射導波管 7 b 乃至 7 e の鉛直方向の中心軸 A b 1 乃至 A e 2 から、装荷誘電体 8 a の位置する中心からアンテナ装置の外側方向に変位距離 1. 7 mm だけシフトするように装荷配置する。

## 【 0 0 8 1 】

このとき、アレーアンテナではない装荷誘電体アンテナ装置の単体での実験結果（従来技術及び第 1 の実施形態を参照）から、本実施形態に係る y z 面の放射指向特性及び x z 面の放射指向特性を計算し、その結果を図 2 4 及び図 2 5 に示す。図 2 4 及び図 2 5 において、スイッチ 2 1 によって装荷誘電体 8 a 乃至 8 e のいずれか 1 つが選択されていたときの誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e の指向特

性を、参照番号108a乃至108eで示す。図24及び図25から明らかなように、本実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置10eでは、yz面及びxz面のどちらの平面でも、10dBi程度の利得で140°の角度の範囲をカバーできることがわかる。そのため、誘電体装荷アンテナ装置10eを用いることにより、アンテナ利得を大きくしかつカバーエリアを大きくすることが可能となる。

## 【0082】

本実施形態において、スイッチ21を誘電体基板14上でマイクロストリップ線路17a乃至17e及び半導体スイッチ等で構成した場合、各マイクロストリップ線路17a乃至17eと各給電導波管4a乃至4eとのインピーダンス整合をとるために、図26に示すマイクロストリップ線路-矩形導波管変換器20a乃至20eをインピーダンス整合器として用いる。

## 【0083】

図26において、マイクロストリップ線路17aのマイクロストリップ導体15aの端部にプローブ22aを、プローブ22aの長手方向がマイクロストリップ導体15aの長手方向と平行となり、かつ整合矩形導波管23aの電界を検出できるようプローブ22aが整合矩形導波管23aの矩形断面の長辺の中央部でその内部に突出してプローブ22aの長手方向が矩形断面の短辺に平行となるように設けている。また、整合矩形導波管23aは一端が開放端でありかつ他端が短絡端であって、開放端の側は給電開口1aを介して給電導波管4aに連結されている。さらに、プローブ22aと整合矩形導波管23aとは電氣的に絶縁されている。このとき、プローブ22aと、整合矩形導波管23aの短絡端との距離d1を $n \cdot \lambda_g / 2$  ( $\lambda_g$ は動作波長 $\lambda$ に対応する管内波長であり、 $n$ は自然数である。)に設定しかつプローブ22aの長さを例えば1/4波長などの所定の値に設定することにより、整合矩形導波管23aを動作波長における共振器として動作させる。以上のように構成することにより、プローブ22aを簡易的なモノポールアンテナとして動作させ、マイクロストリップ線路17aを伝搬してきた無線信号を、整合矩形導波管23aを介して給電導波管4aに給電する。

## 【0084】

以上の実施形態においては、スイッチ21と給電導波管4a乃至4eとの間の

無線信号の伝送は、マイクロストリップ線路 1 5 a 乃至 1 5 e を用いて行っているが、本発明はこれに限らず、マイクロストリップ線路 1 5 a 乃至 1 5 e に代えて、同軸ケーブルなどの種々の伝送線路を用いてもよい。

【0085】

#### <第7の実施形態>

図 2 7 は、本発明の第 7 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 f の構成を示す分解斜視図である。本実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 f は、マイクロストリップ線路給電のスイッチ切り換え型アレーアンテナ装置を構成したことを特徴としている。すなわち、第 6 の実施形態の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e における給電導波管 4 a 乃至 4 e と放射導波管 7 a 乃至 7 e に代えて、本実施形態では、マイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 e を用いることを特徴としている。

【0086】

図 2 7 において、マイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 f と給電パッチ導体 1 6 a 乃至 1 6 e の構成は、第 2 及び第 5 の実施形態と同様であり、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e の構成は第 6 の実施形態と同様である。この実施形態においては、第 6 の実施形態とは異なり、導波管-マイクロストリップ変換器 2 0 a 乃至 2 0 e を設ける必要がない。従って、本実施形態の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 f は、第 6 の実施形態よりも簡単に製造できる。

【0087】

図 2 8 は、アンテナ素子のスイッチ切り換え型アレーアンテナである、第 6 及び第 7 の実施形態の第 1 の実施例に係るアンテナ配置を示す斜視図である。図 2 8 においては、誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e 又は 1 0 f を用いた場合の、壁面反射波を利用した様子を示している。誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e 又は 1 0 f が部屋の壁面 3 1 に設置され、もう 1 つの誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e 又は 1 0 f が部屋の床面のある地点 3 0 に設けられているとき、これら 2 つのアンテナ装置間に遮蔽物 3 3 が存在し、直接波の経路 1 0 0 g によって無線信号を送受信できないことがある。この問題点を解消するために、本実施形態の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e 又は 1 0 f において主ビームの方向をスイッチ 2 1 を用いて選

択的に切り換えて、壁面 3 2 を介した反射波の経路 1 0 0 f を利用して無線通信することが可能となる。

【 0 0 8 8 】

なお、以上の実施例においては、主ビームの方向をスイッチ 2 1 を用いて選択的に切り換えているが、その選択的に切り換える方法として、空間ダイバーシチ又は周波数ダイバーシチを用いてもよい。また、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e の個数は 5 個に限定されず、5 個以外の複数であってもよい。

【 0 0 8 9 】

図 2 9 は第 6 及び第 7 の実施形態の第 2 の実施例を示す斜視図であり、図 3 0 は第 6 及び第 7 の実施形態の第 1 の変形例を示す斜視図であり、図 3 1 は第 6 及び第 7 の実施形態の第 2 の変形例を示す斜視図である。以下、これらの実施例及び変形例について説明する。

【 0 0 9 0 】

第 6 及び第 7 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e 又は 1 0 f を部屋 3 4 に設置する場合において、図 2 9 に示すように、部屋 3 4 の壁面 3 5 の中央に設置する場合は、部屋 3 4 内の広いエリアを照射するためには、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e に対応する 5 つのアンテナ素子をすべて必要となる。

【 0 0 9 1 】

しかしながら、図 3 0 や図 3 1 のように、壁面 3 5 の天井に近い上端、もしくは壁面 3 5 であるが天井と別の壁面 3 6 とに隣接する角部のような端の方で設置する場合、5 つすべてのアンテナ素子を必要としない。すなわち、図 3 0 の例では、主ビームを天井方向に傾ける装荷誘電体 8 d (図 2 1 参照) を設ける必要はない。このとき、導波管給電する第 6 の実施形態の場合には、放射導波管 7 d と給電導波管 4 d を設ける必要がなく、装置構成が簡単になる。

【 0 0 9 2 】

同様に、図 3 1 のように、壁面 3 1 の上部角に設置する場合には、主ビームを壁面 3 6 方向に傾ける装荷誘電体 8 c と、主ビームを天井方向に傾ける装荷誘電体 8 d (図 2 1 参照) を設ける必要がない。このとき、導波管給電する第 6 の実施形態の場合には、放射導波管 7 c, 7 d 及び給電導波管 4 c, 4 d を設ける必

要がない。このように、アンテナの設置場所により、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e の配置を変更し、さらには一部を削除することにより、余計な部品点数や製作工程を減らすことができる。また、これにより、アンテナ装置全体を小型・軽量化することができる。

## 【 0 0 9 3 】

以上の実施形態においては、部屋 3 4 の室内に設置する場合を想定したが、室内でなく、屋外等であってもよい。例えば屋外であっても、近くに障害物等がある場合には、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e の配置を変更し、さらには一部を削除することにより、上述の実施例や変形例を屋外において適用することができる。また、無線伝搬路において障害物等があるために、必要のない装荷誘電体 8 が存在する場合には、その装荷誘電体 8 を削除することにより、アンテナ装置全体を小型・軽量化することができる。

## 【 0 0 9 4 】

## &lt; 第 8 の実施形態 &gt;

図 3 2 は、本発明の第 8 の実施形態である、装荷誘電体レドーム一体型の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 g の構成を示す分解斜視図であり、図 3 3 は図 3 2 の装荷誘電体一体型レドーム 4 0 の裏面を示す斜視図であり、図 3 4 は図 3 2 の D - D' 線における縦断面図である。本実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 g は、装荷誘電体 8 B とレドーム 4 1 とを一体的に形成した装荷誘電体一体型レドーム 4 0 を備えたことを特徴としている。

## 【 0 0 9 5 】

本実施形態では、例えば樹脂にてなる所定の直方体形状の誘電体ブロックを、刃物又はヤスリを用いて削るか、もしくは型出しすることにより、装荷誘電体 8 B とレドーム 4 1 とを一体的に形成した装荷誘電体一体型レドーム 4 0 を形成する。ここで、レドーム 4 1 は中空の直方体形状を有し、下側部分の底面が無く開放されている。また、レドーム 4 1 の厚さ  $T$  (図 3 4 参照) は、一般的に、放射する電磁波の反射波を抑圧するために、約  $\lambda_g / (2\sqrt{\epsilon_r})$  の奇数倍の厚さで設計する。ここで、 $\lambda_g$  は動作波長に対応する管内波長であり、 $\epsilon_r$  は、装荷誘電体一体型レドーム 4 0 を形成する樹脂の比誘電率である。装荷誘電体 8 B



は頂面（放射面）に傾斜面 S 4 を有するが、図 2 6 に示すように、上端の一部をレドームに埋め込んだ形で一体化して形成される。

## 【 0 0 9 6 】

図 4 1 に図示された従来技術の誘電体装荷アンテナ装置では、装荷誘電体 1 0 8 と放射導波管 7 の設置位置調整が困難であった。特に、ミリ波帯などの高周波においては、装荷誘電体 1 0 8 や放射導波管 7 の大きさが小さくなるため、その困難さが増大する。設置位置がずれることにより、利得低下や主ビーム方向の変動が生じていた。また、装荷誘電体 1 0 8 を放射導波管 7 上に設置するための接着剤等が 1 つの層となり、所望の特性と異なってしまうことも起こりうる。これらの要因が、製品のバラツキにも繋がる。これらの問題点を解決するために、本実施形態においては、装荷誘電体 8 B とレドーム 4 1 を一体成型してなる装荷誘電体一体型レドーム 4 0 を備えたので、装荷誘電体 8 B を個別に設置するという困難さを省くことが可能となる。

## 【 0 0 9 7 】

以上の実施形態において、装荷誘電体 8 B を上側導体基板 1 2 上に接着せずに、レドーム 4 1 の下側外周底面と上側導体基板 1 2 とを接着してもよい。この場合、装荷誘電体 8 B と放射導波管 7 とを接合する接着層が上側導体基板 1 2 上に存在しなくなるので、放射する電磁波の損失を低減でき、当該アンテナ装置の設計を容易するとともに、アンテナ装置の電気的特性のバラツキを解消できる。

## 【 0 0 9 8 】

以上の実施形態においては、レドーム 4 1 は直方体形状を有しているが、本発明はこれに限らず、他の多角柱形状、多面体形状、円柱形状、半球形状など他の形状であってもよい。また、複数の装荷誘電体 8 を装荷するアレーアンテナの場合において、複数の装荷誘電体 8 をレドーム 4 1 と一体化して構成してもよい。

## 【 0 0 9 9 】

以上の実施形態においては、導波管で給電する誘電体装荷アンテナ装置 1 0 g について説明したが、本発明はこれに限らず、マイクロストリップ線路で給電する誘電体装荷アンテナ装置において、装荷誘電体 8 とレドーム 4 1 とを一体化してもよい。

## 【 0 1 0 0 】

## &lt;第 9 の実施形態&gt;

図 3 5 は、本発明の第 9 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 h の構成を示す分解斜視図である。本実施形態では、図 2 1 の第 6 の実施形態に示された、複数のアンテナ素子をスイッチ 2 1 で選択するスイッチ切り換え型アレーアンテナ装置である誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e において、スイッチ 2 1 が形成されている誘電体基板 1 4 上に、無線信号を送受信する無線送受信回路 5 0 と、無線信号を変復調するための変復調回路 5 1 とを形成したことを特徴としている。その他の部分は、第 6 の実施形態の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e と同様に構成されている。

## 【 0 1 0 1 】

図 3 5 において、自由空間を到来してきた電磁波は、装荷誘電体 8 a 乃至 8 e に入射し、次いで放射導波管 7 a 乃至 7 e から給電導波管 4 a 乃至 4 e を通って、給電開口 1 a 乃至 1 e に至る。その電磁波は給電開口 1 a 乃至 1 e の下部に設けられたマイクロストリップ線路－矩形導波管変換器 2 0 a 乃至 2 0 e、マイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 e 及びスイッチ 2 1 を介して、誘電体基板 1 4 上のマイクロストリップ線路 1 7 f、無線送受信回路 5 0 及び変復調回路 5 1 に導かれる。ここで、無線送受信回路 5 0 は、フィルタ、アンプ、ミキサ、発振器などを含み、変復調回路 5 1 から出力される信号をより高い無線周波数の無線信号に高域変換しかつ電力増幅して送信無線信号としてスイッチ 2 1 を介して誘電体装荷アンテナ装置 1 0 h に出力して放射する一方、誘電体装荷アンテナ装置 1 0 h によって受信された無線信号を低雑音増幅し、かつ所定の中間周波数の中間周波信号に低域変換して変復調回路 5 1 に出力する。また、変復調回路 5 0 は、外部回路から入力されるデータ信号に従って搬送波を所定のデジタル変調方式でデジタル変調し、変調後の信号を無線送受信回路 5 0 に出力する一方、無線送受信回路 5 0 からの中間周波信号を所定のデジタル復調方式でデジタル復調し、復調後のデータ信号を外部回路に出力する。

## 【 0 1 0 2 】

以上のように構成された本実施形態によれば、小型・軽量である誘電体装荷ア

ンテナ装置 1 0 h に加えて、ミリ波などの高周波帯では、無線送受信回路 5 0 及び変復調回路 5 1 を非常に小型に形成できる。そのため、誘電体基板 1 4 の下面に無線送受信回路 5 0 や変復調回路 5 1 を貼り付けるなどして形成することにより、無線回路を備えたアンテナ装置全体が小型の送受信モジュールである無線装置として構成できる。

## 【 0 1 0 3 】

図 3 6 は、第 9 の実施形態の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置を示す分解斜視図であり、図 3 7 は図 3 6 のマイクロストリップ線路－矩形導波管変換器 2 0 0 a, 2 0 0 d の詳細構成を示す斜視図である。

## 【 0 1 0 4 】

第 9 の実施形態の変形例においては、図 3 6 及び図 3 7 に示すように、下側導体基板 1 1 c の厚さ方向に貫通するように所定の矩形形状の下側空洞 5 2 を形成する一方、図 3 7 に示すように、下側空洞 5 2 に対向する位置において上側導体基板 1 2 c の下側部分に所定の矩形形状の上側空洞 5 3 を形成し、これら 2 つの空洞 5 2, 5 3 により空洞 5 4 を構成している。そして、空洞 5 4 の中に、無線送受信回路 5 0 及び変復調回路 5 1 を備えた誘電体基板 1 4 a を設ける。

## 【 0 1 0 5 】

誘電体基板 1 4 a 上にはさらに、マイクロストリップ線路－矩形導波管変換器 2 0 0 a 乃至 2 0 0 e、マイクロストリップ導体 1 5 a 乃至 1 5 f 及びスイッチ 2 1 が形成される。ここで、誘電体基板 1 4 a を挟設する接地導体 1 3 a と各マイクロストリップ導体 1 5 a 乃至 1 5 e とによりマイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 f を構成する。各マイクロストリップ線路－矩形導波管変換器 2 0 0 a 乃至 2 0 0 e はマイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 e 及びスイッチ 2 1、マイクロストリップ線路 1 7 f を介して無線送受信回路 5 0 及び変復調回路 5 1 に接続される。

## 【 0 1 0 6 】

以上のように構成された第 9 の実施形態の変形例によれば、下側導体基板 1 1 c と上側導体基板 1 2 c 内に形成した空洞 5 4 の中に、無線送受信回路 5 0 と変復調回路 5 1 を設けることにより、無線送受信回路 5 0 と変復調回路 5 1 を備え

たアンテナ装置全体を更に小型化することができる。また、この下側導体基板 1 1 c と上側導体基板 1 2 c を、無線送受信回路 5 0 と変復調回路 5 1 のシールド板として利用することができる。

【0107】

図 3 7 は図 3 6 のマイクロストリップ線路－矩形導波管変換器 2 0 0 a 及び 2 0 0 d の詳細構成を示す斜視図である。

【0108】

図 3 7 に示すように、マイクロストリップ線路 1 7 a のマイクロストリップ導体 1 5 a の端部に、プローブ 2 2 a を、プローブ 2 2 a の長手方向がマイクロストリップ導体 1 5 a の長手方向と平行となり、かつ給電導波管 4 a の電界を検出できるようプローブ 2 2 a が給電導波管 4 a の開放端においてその矩形断面の長辺方向の中央部に位置し、プローブ 2 2 a の長手方向が矩形断面の短辺に平行となるように設けている。また、マイクロストリップ線路 1 7 d のマイクロストリップ導体 1 5 d の端部に、プローブ 2 2 d を、プローブ 2 2 d の長手方向がマイクロストリップ導体 1 5 d の長手方向と平行となり、かつ給電導波管 4 d の電界を検出できるようプローブ 2 2 d が給電導波管 4 d の開放端においてその矩形断面の長辺方向の中央部に位置し、プローブ 2 2 d の長手方向が矩形断面の短辺に平行となるように設けている。さらに、他のマイクロストリップ線路－矩形導波管変換器 2 0 0 b, 2 0 0 c, 2 0 0 e についても同様に形成される。すなわち、各プローブ 2 2 a 乃至 2 2 e はそれぞれ、マイクロストリップ導体 1 5 a 乃至 1 5 e の端部に接続され、下側導体基板 1 1 c 及び上側導体基板 1 2 c とは電氣的に絶縁されており、給電導波管 4 a 乃至 4 e からの電磁波の電界を検出してマイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 e に出力する一方、マイクロストリップ導体 1 5 a 乃至 1 5 e のマイクロストリップ線路 1 7 a 乃至 1 7 e からの無線信号の電磁波をそれぞれ給電導波管 4 a 乃至 4 e に給電する。

【0109】

図 3 8 は図 3 6 のマイクロストリップ線路－矩形導波管変換器の変形例であるリッジ導波管変換器の構成を示す分解斜視図であり、図 3 9 は図 3 8 の E－E' 線における縦断面図である。

## 【0110】

リッジ導波管変換器は、図38及び図39に示すように、給電導波管4aの開放端部に、その矩形断面の短辺方向の長さをテーパ形状で短くするようにテーパ部61aを設けて、給電導波管4a内をTE波で伝搬している電磁波をTEM波に変換した後、変換したTEM波を、テーパ部61aの端部に接続されたプローブ60aにより検出してマイクロストリップ導体15aのマイクロストリップ線路17aに出力するように構成したものである。このとき、テーパ部61aは、上側導体基板12cと一体成形されている。

## 【0111】

図36に図示された第9の実施形態の変形例においては、給電導波管2a乃至2e及び放射導波管5a乃至5dを介して装荷誘電体8a乃至8eに給電しているが、本発明はこれに限らず、図27に図示された第7の実施形態のように、マイクロストリップ線路15a乃至15e及び給電パッチ導体16a乃至16eを介して給電してもよい。この場合、マイクロストリップ線路15a乃至15eを形成している誘電体基板14aの上面又は下面に、無線送受信回路50と変復調回路51を形成する。

## 【0112】

以上のように構成された第9の実施形態及びその変形例では、本誘電体装荷アンテナ装置10hを小型の無線装置として構成することができ、また、マイクロストリップ線路-矩形導波管変換器200a乃至200e又はリッジ導波管変換器により、当該アンテナ装置の給電線路と、無線送受信回路50の接続部分に生じるインピーダンス不整合を解消することができる。

## 【0113】

以上の第9の実施形態及びその変形例において、装荷誘電体8a乃至8eに対応する5つのアンテナ素子を備えているが、本発明はこれに限らず、その個数は5以外の複数であってもよい。

## 【0114】

以上の実施形態及びその変形例において、無線送受信回路50と変復調回路51を別の回路で構成しているが、本発明はこれに限らず、一体化した回路で形成

してもよい。

【0115】

<第10の実施形態>

図40は、本発明の第10の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置10iの構成を示す縦断面図である。第10の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置10iは、第1の実施形態に係る給電導波管4と放射導波管7の内部に誘電体70が充填されていることを特徴とする。

【0116】

一般に、誘電体内の電磁波の伝搬速度は、自由空間内のそれに比較して遅い。従って、給電導波管4と放射導波管7内に誘電体70を充填することによって、給電導波管4と放射導波管7の断面の寸法を低減することができ、以上の構成により、9度と放射導波管7を小型（薄型）・軽量化することができるので、アンテナ装置全体を小型・軽量化できる。

【0117】

なお、以上のように、給電導波管4と放射導波管7の内部に誘電体を充填することを、上述された第3、第4、第6、第8及び第9の実施形態に適用してもよい。

【0118】

【発明の効果】

本発明に係る誘電体装荷アンテナ装置によれば、給電線路と、上記給電線路の端部に装荷された柱形状の装荷誘電体とを備えた誘電体装荷アンテナ装置において、上記装荷誘電体の放射面を、上記給電線路の軸方向に垂直な面から傾斜された傾斜面となるように形成した。従って、当該アンテナ装置の主ビームを、当該装置の面に垂直な方向から傾斜させることができ、放射方向を自由に設定できる。

【0119】

また、本発明に係るアレーアンテナ装置によれば、上記誘電体装荷アンテナ装置を互いに所定の距離だけ離間配置して複数個備える。ここで、上記アレーアンテナ装置において、上記各装荷誘電体の傾斜面はそれぞれ、アレーアンテナ装置

の所定の指向特性を達成するように所定の傾斜角及び所定の方向で傾斜される。  
また、上記各装荷誘電体を選択的に切り換えて給電線路に接続するスイッチ手段をさらに備え、もしくは、アレーアンテナ装置の設置位置に応じて、上記各装荷誘電体の配置を変更し、又はその一部を削除する。従って、当該アレーアンテナ装置の放射指向特性を自由に設定することができ、高利得でかつ広いエリアをカバーできるアンテナ装置を実現することができる。

## 【 0 1 2 0 】

さらに、本発明に係る無線装置によれば、上記誘電体装荷アンテナ装置又はアレーアンテナ装置を備え、上記誘電体装荷アンテナ装置又は上記アレーアンテナ装置は基板に形成され、上記基板の面又は上記基板内に設けられた無線送受信回路を備える。また、上記基板の面又は上記基板内に設けられ、上記無線送受信回路に接続された変復調回路をさらに備える。従って、無線送受信回路などを備えたアンテナ装置を従来技術に比較して小型・軽量で製造できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 10 の構成を示す分解斜視図である。

【図 2】 図 1 の A - A' 線における縦断面図である。

【図 3】 図 2 の傾斜角  $\alpha$  が  $15^\circ$  のときの誘電体装荷アンテナ装置 10 の x z 平面内における放射指向特性を示すグラフである。

【図 4】 図 2 の傾斜角  $\alpha$  が  $30^\circ$  のときの誘電体装荷アンテナ装置 10 の x z 平面内における放射指向特性を示すグラフである。

【図 5】 図 2 の傾斜角  $\alpha$  が  $45^\circ$  のときの誘電体装荷アンテナ装置 10 の x z 平面内における放射指向特性を示すグラフである。

【図 6】 第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す縦断面図である。

【図 7】 図 1 の実施形態の第 2 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図 8】 本発明の第 2 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 10 a の構成を示す分解斜視図である。

【図 9】 本発明の第 3 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 b の構成を示す縦断面図である。

【図 1 0】 図 9 の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 b の平面図である。

【図 1 1】 図 9 の変位距離  $p$  が 1. 3 mm のときの  $xz$  平面内における誘電体装荷アンテナ装置 1 0 b の放射指向特性を示すグラフである。

【図 1 2】 図 9 の変位距離  $p$  が 1. 7 mm のときの  $xz$  平面内における誘電体装荷アンテナ装置 1 0 b の放射指向特性を示すグラフである。

【図 1 3】 第 3 の実施形態の第 1 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す平面図である。

【図 1 4】 第 3 の実施形態の第 2 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す平面図である。

【図 1 5】 第 3 の実施形態の第 3 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す平面図である。

【図 1 6】 第 3 の実施形態の第 4 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す平面図である。

【図 1 7】 第 3 の実施形態の第 5 の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す平面図である。

【図 1 8】 本発明の第 4 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 c の構成を示す斜視図である。

【図 1 9】 図 1 8 の上側導体基板 1 2 a の平面図である。

【図 2 0】 本発明の第 5 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 d の構成を示す分解斜視図である。

【図 2 1】 本発明の第 6 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e の構成を示す分解斜視図である。

【図 2 2】 図 2 1 の B - B' 線における縦断面図である。

【図 2 3】 図 2 1 の C - C' 線における縦断面図である。

【図 2 4】 図 2 1 の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e の  $yz$  平面内における放射指向特性を示すグラフである。

【図 2 5】 図 2 1 の誘電体装荷アンテナ装置 1 0 e の  $xz$  平面内における



放射指向特性を示すグラフである。

【図 2 6】 図 2 0 のマイクロストリップ線路－矩形導波管変換器 2 0 a の詳細構成を示す縦断面図である。

【図 2 7】 本発明の第 7 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 f の構成を示す分解斜視図である。

【図 2 8】 本発明の第 6 及び第 7 の実施形態の第 1 の実施例に係るアンテナ配置を示す斜視図である。

【図 2 9】 本発明の第 6 及び第 7 の実施形態の第 2 の実施例に係るアンテナ配置を示す斜視図である。

【図 3 0】 本発明の第 6 及び第 7 の実施形態の第 1 の変形例に係るアンテナ配置を示す斜視図である。

【図 3 1】 本発明の第 6 及び第 7 の実施形態の第 2 の変形例に係るアンテナ配置を示す斜視図である。

【図 3 2】 本発明の第 8 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 g の構成を示す分解斜視図である。

【図 3 3】 図 3 2 のレドーム 4 0 の裏面を示す斜視図である。

【図 3 4】 図 3 2 の D－D' 線における縦断面図である。

【図 3 5】 本発明の第 9 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 h の構成を示す分解斜視図である。

【図 3 6】 第 9 の実施形態の変形例に係る誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図 3 7】 図 3 6 のマイクロストリップ線路－矩形導波管変換器の詳細構成を示す斜視図である。

【図 3 8】 図 3 6 のマイクロストリップ線路－矩形導波管変換器の変形例を示す分解斜視図である。

【図 3 9】 図 3 8 の E－E' 線における縦断面図である。

【図 4 0】 本発明の第 1 0 の実施形態に係る誘電体装荷アンテナ装置 1 0 i の構成を示す縦断面図である。

【図 4 1】 従来技術の誘電体装荷アンテナ装置の構成を示す分解斜視図で

ある。

【図 4 2】 図 4 1 の誘電体装荷アンテナ装置の x z 平面内における放射指向特性を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1, 1 a 乃至 1 e … 給電開口、
- 2, 2 a 乃至 2 e … 下側矩形溝、
- 3, 3 a 乃至 3 e … 上側矩形溝、
- 4, 4 - 1 乃至 4 - 7, 4 a 乃至 4 e … 給電導波管、
- 5, 5 a 乃至 5 e … 下側放射導波管室、
- 6, 6 a 乃至 6 e … 上側放射導波管室、
- 7, 7 - 1 乃至 7 - 4, 7 a 乃至 7 e … 放射導波管、
- 8, 8 A, 8 B, 8 - 1 乃至 8 - 4, 8 a 乃至 8 e … 装荷誘電体、
- 1 0, 1 0 a 乃至 1 0 i … 誘電体装荷アンテナ装置、
- 1 1, 1 1 a 乃至 1 1 c … 下側導体基板、
- 1 2, 1 2 a 乃至 1 2 c … 上側導体基板、
- 1 3, 1 3 a … 接地導体、
- 1 4, 1 4 a … 誘電体基板、
- 1 5, 1 5 - 1 乃至 1 5 - 7, 1 5 a 乃至 1 5 f … マイクロストリップ導体、
- 1 6, 1 6 - 1 乃至 1 6 - 4, 1 6 a 乃至 1 6 e … 給電パッチ導体、
- 1 7, 1 7 - 1 乃至 1 7 - 7, 1 7 a 乃至 1 7 f … マイクロストリップ線路、
- 2 0 a 乃至 2 0 e, 2 0 0 a 乃至 2 0 0 e … マイクロストリップ線路 - 矩形導波管変換器、
- 2 1 … スイッチ、
- 2 2 a, 2 2 d, 6 0 … プロープ、
- 2 3 a … 整合矩形導波管、
- 3 1, 3 2, 3 5, 3 6 … 壁面、
- 3 3 … 遮蔽物、
- 3 4 … 部屋、
- 4 0 … 装荷誘電体一体型レドーム、

4 1 … レドーム

5 0 … 無線送受信回路、

5 1 … 変復調回路、

5 2 … 下側空洞、

5 3 … 上側空洞、

5 4 … 空洞、

6 1 a … テーパ部、

7 0 … 誘電体、

1 0 7 … 放射開口、

B 1 乃至 B 3, B 1 1 乃至 B 1 3 … 分岐部、

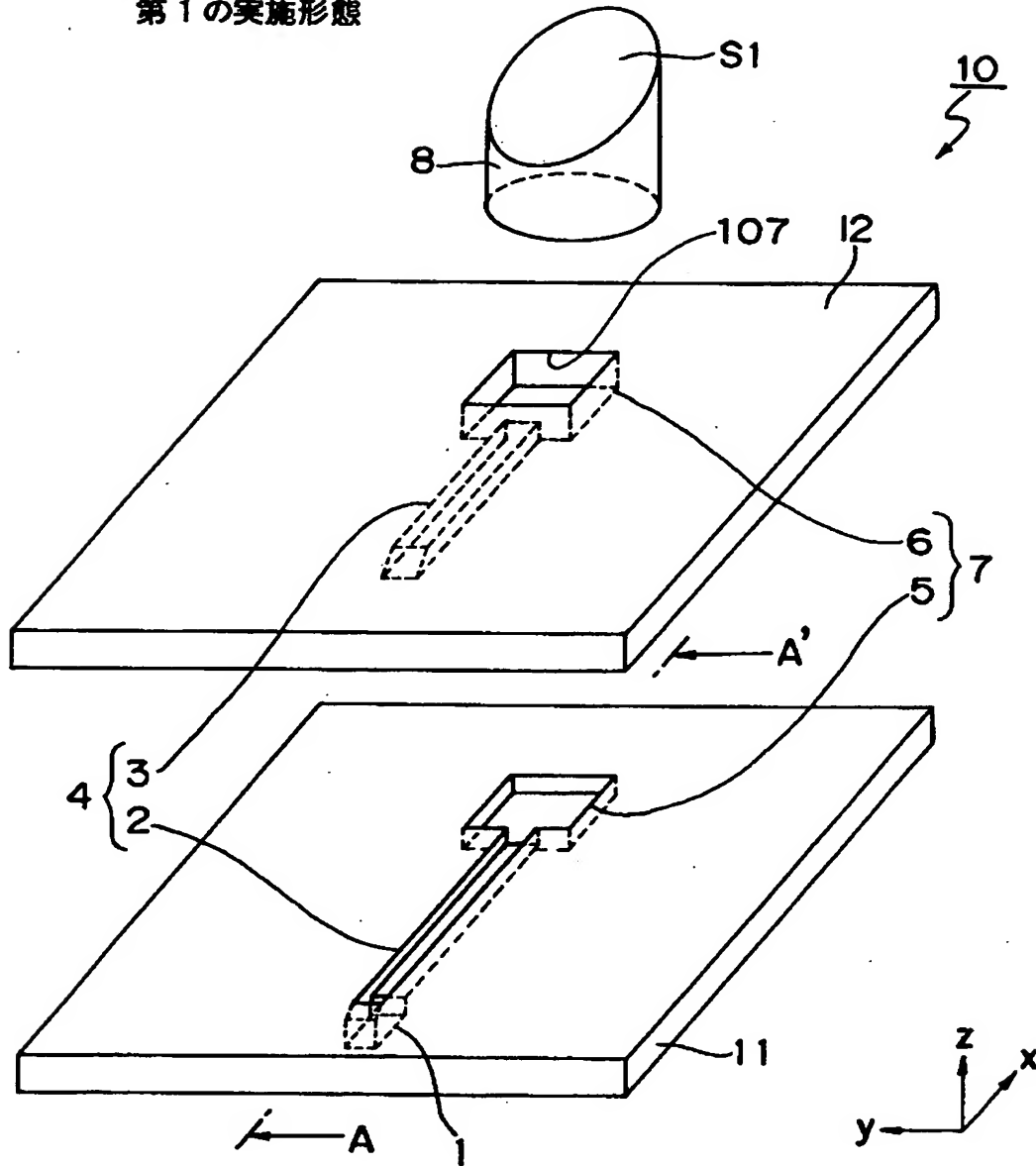
S 0 … 水平面、

S 1 乃至 S 4, S 1 - 1 乃至 S 1 - 4, S 1 a 乃至 S 1 e … 傾斜面。

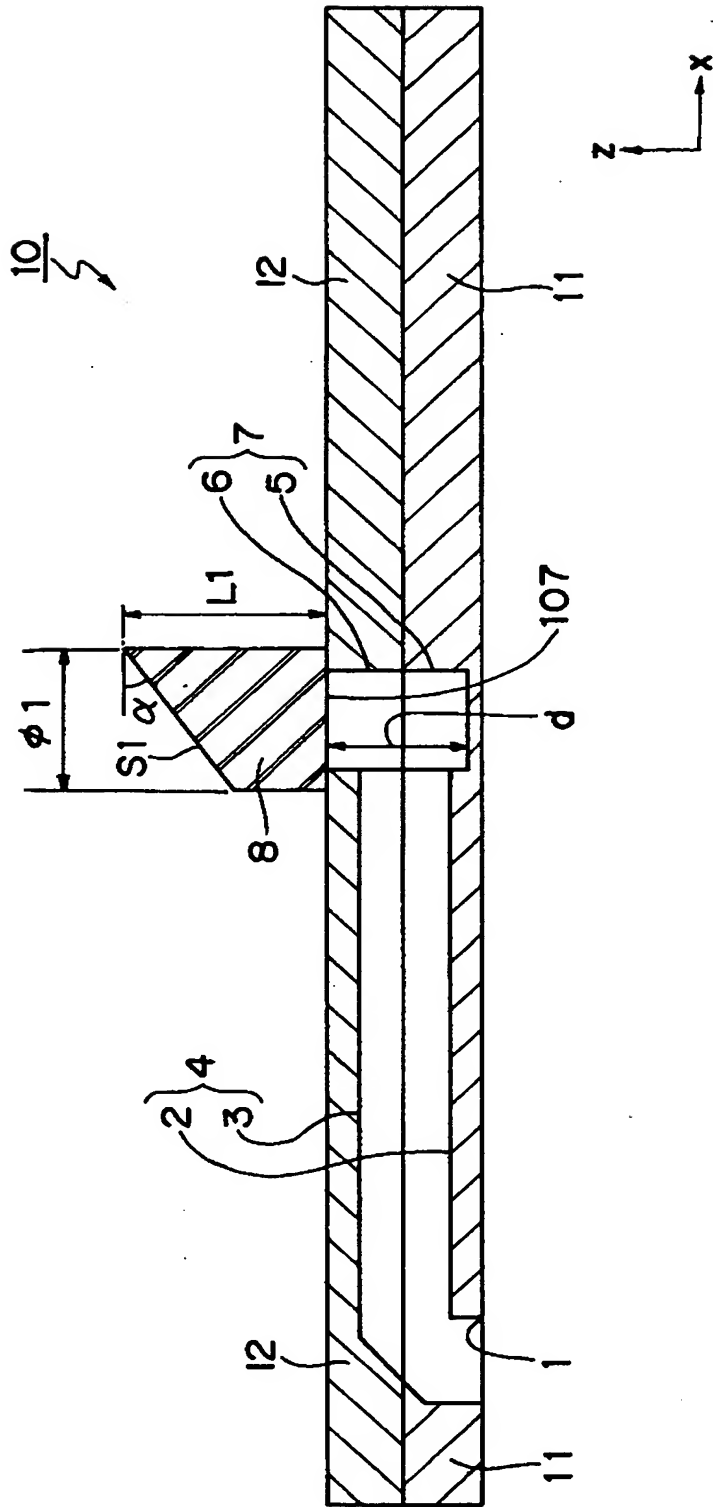
【書類名】 図面

【図 1】

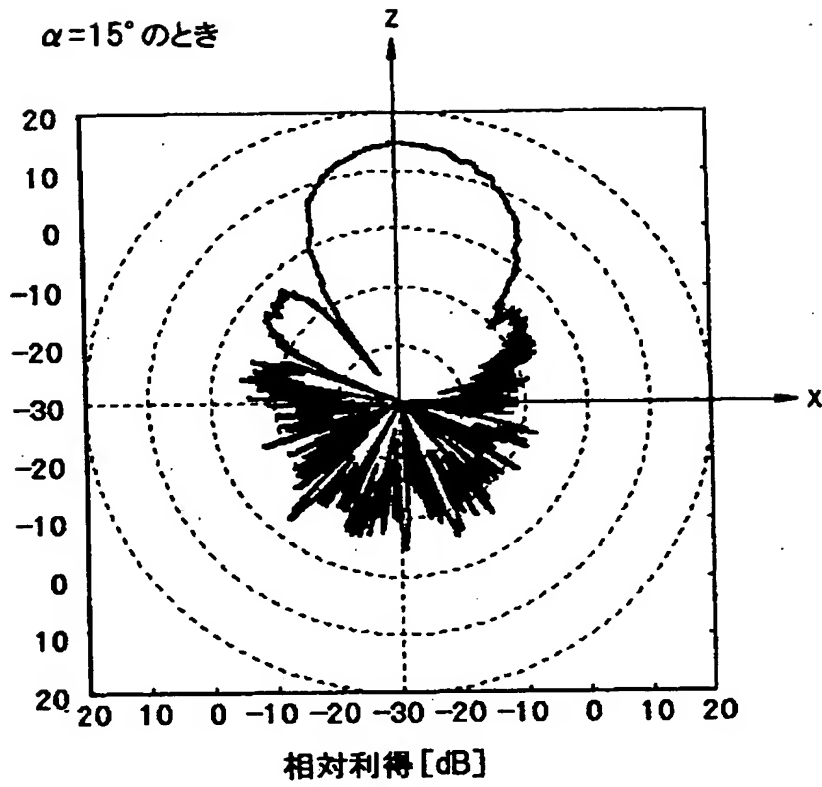
第 1 の実施形態



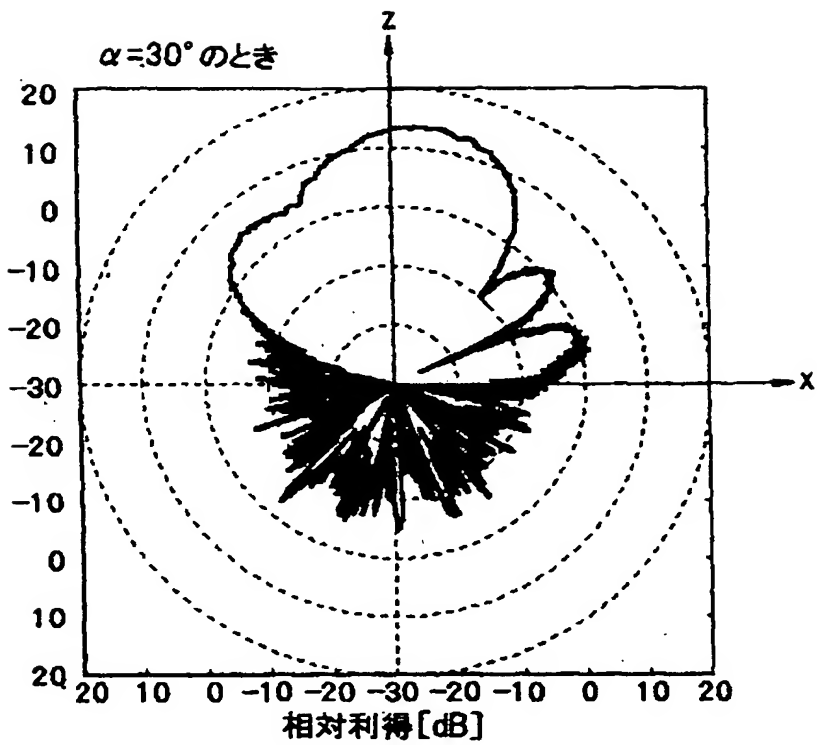
【図 2】



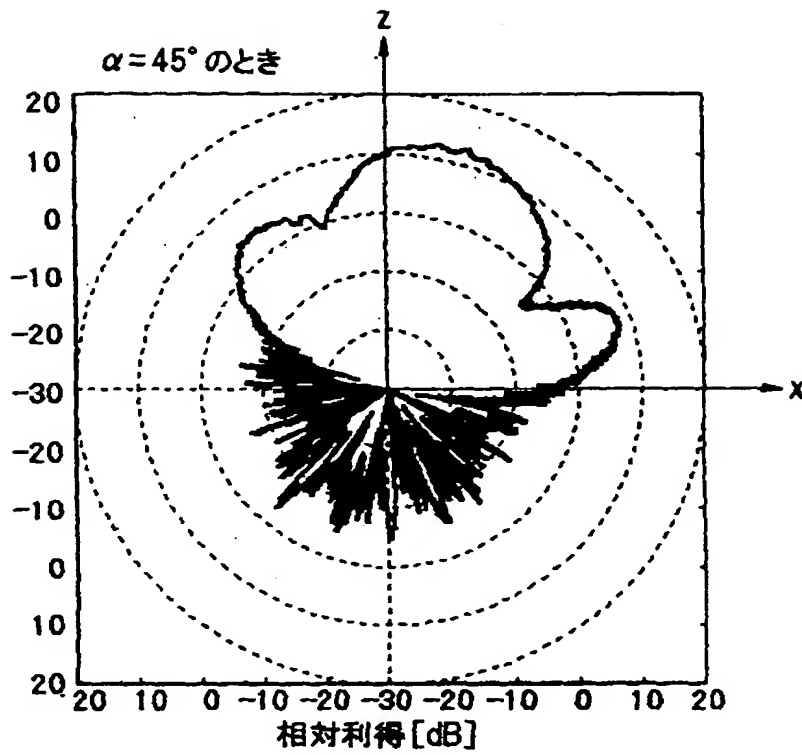
【図 3】



【図 4】



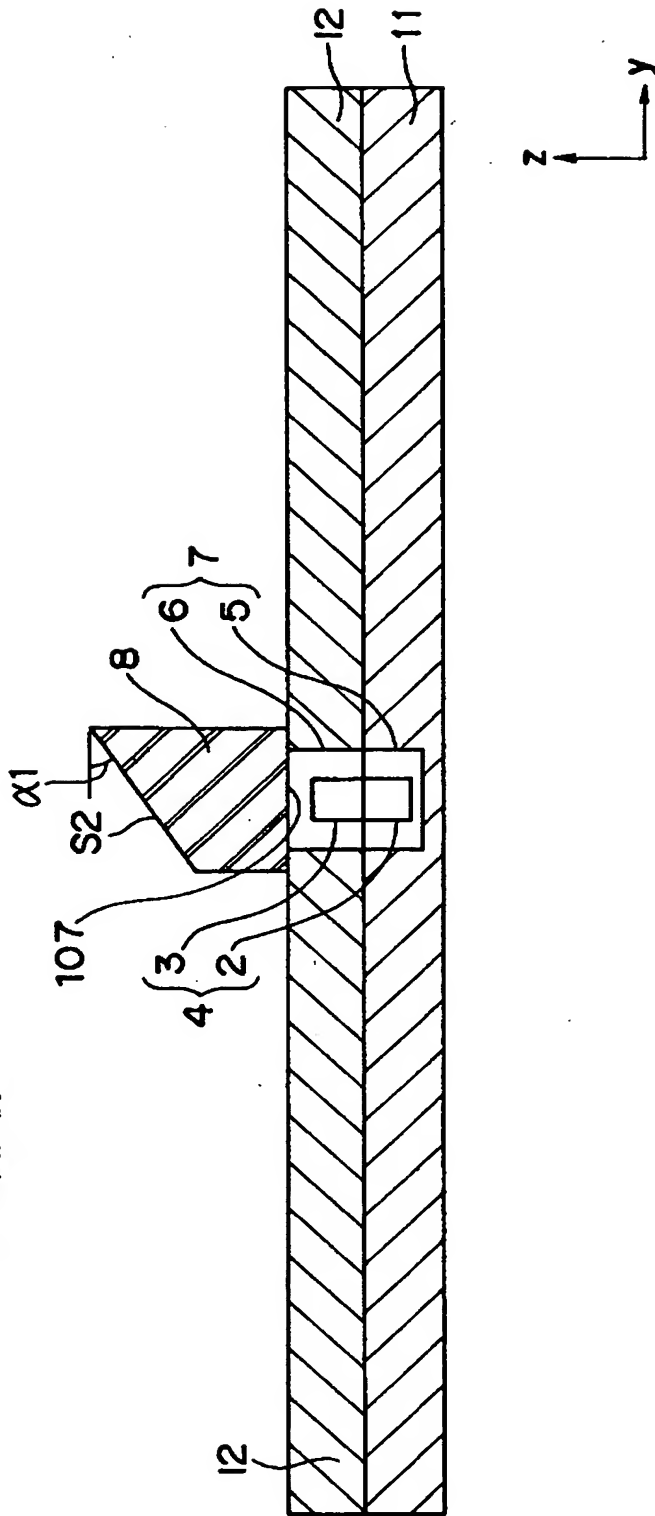
【図 5】



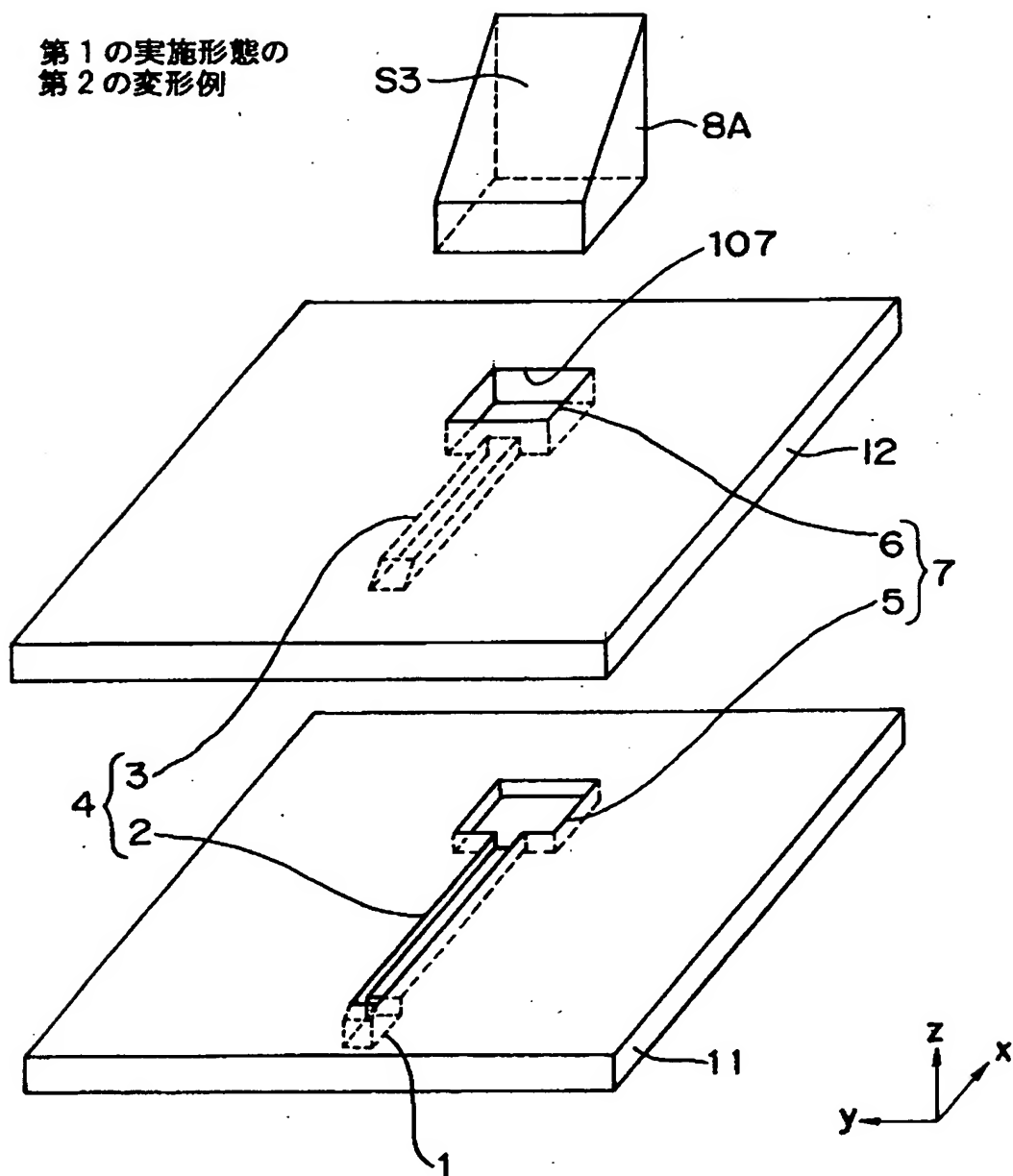


【図 6】

第1の実施形態の  
第1の変形例

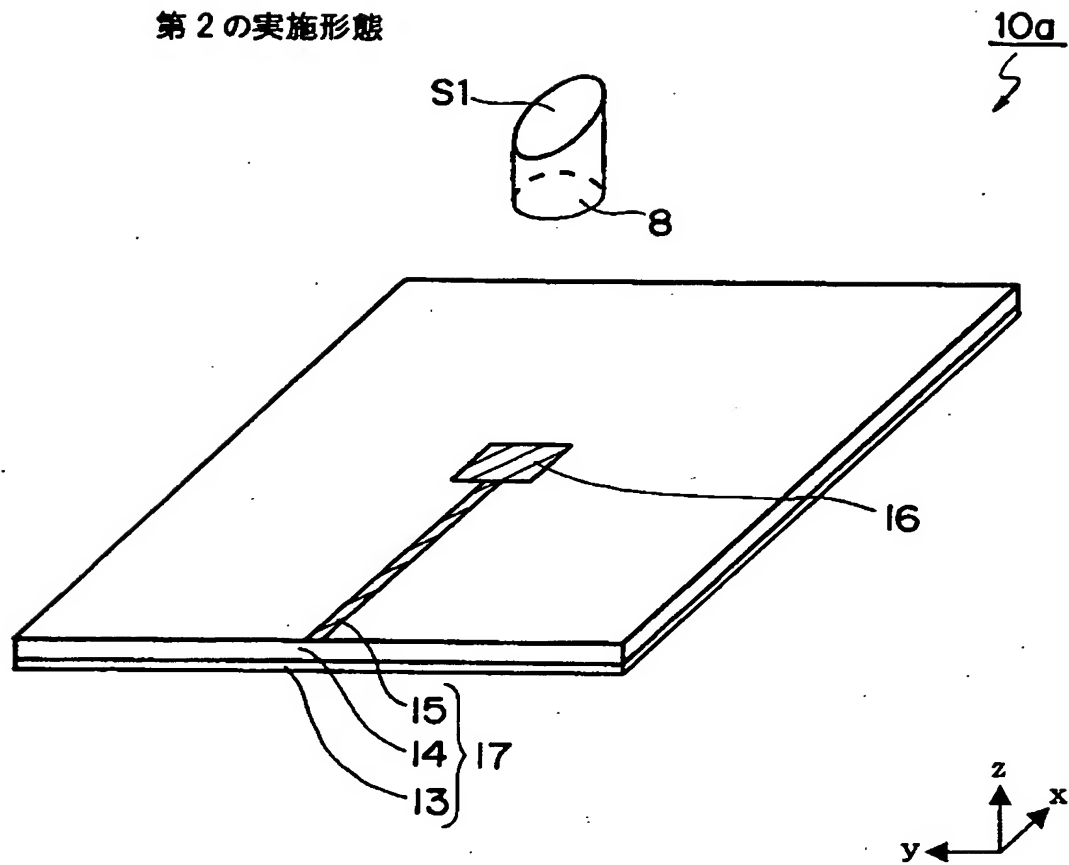


【図 7】

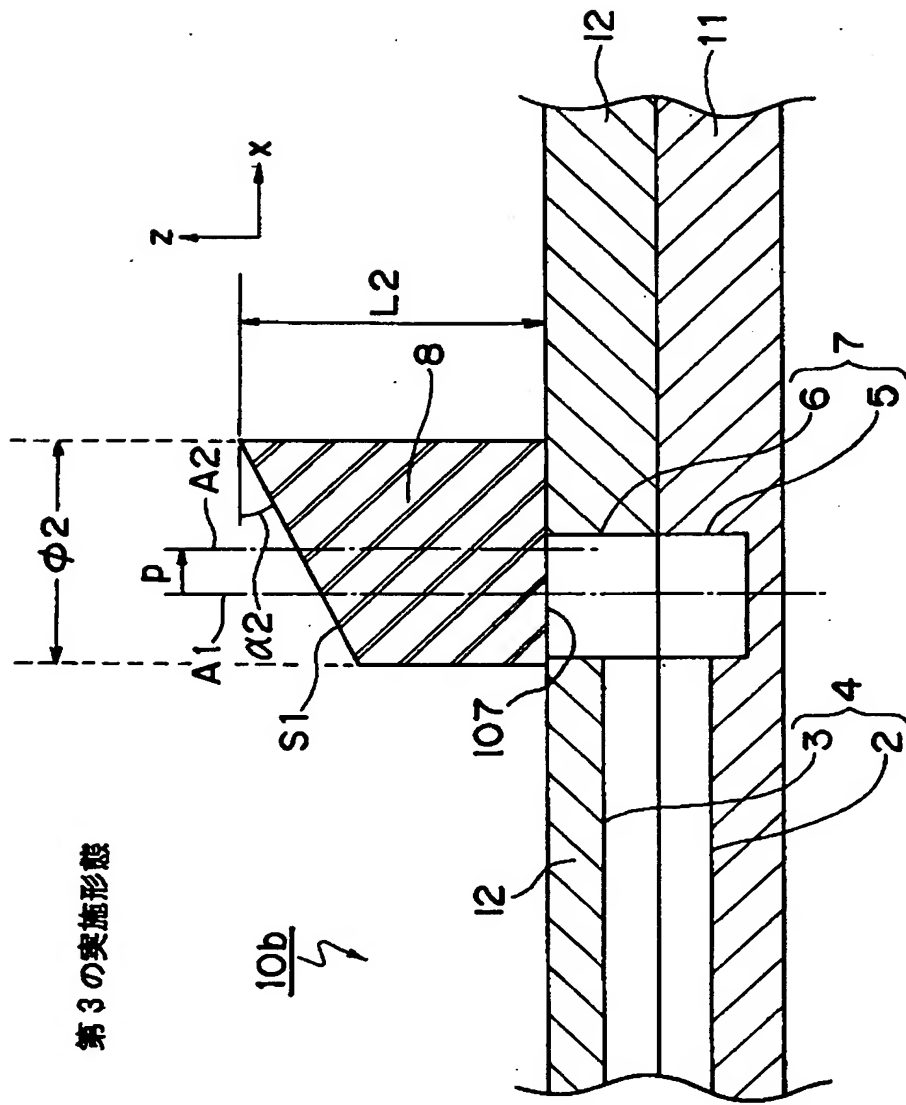


【図 8】

第 2 の実施形態

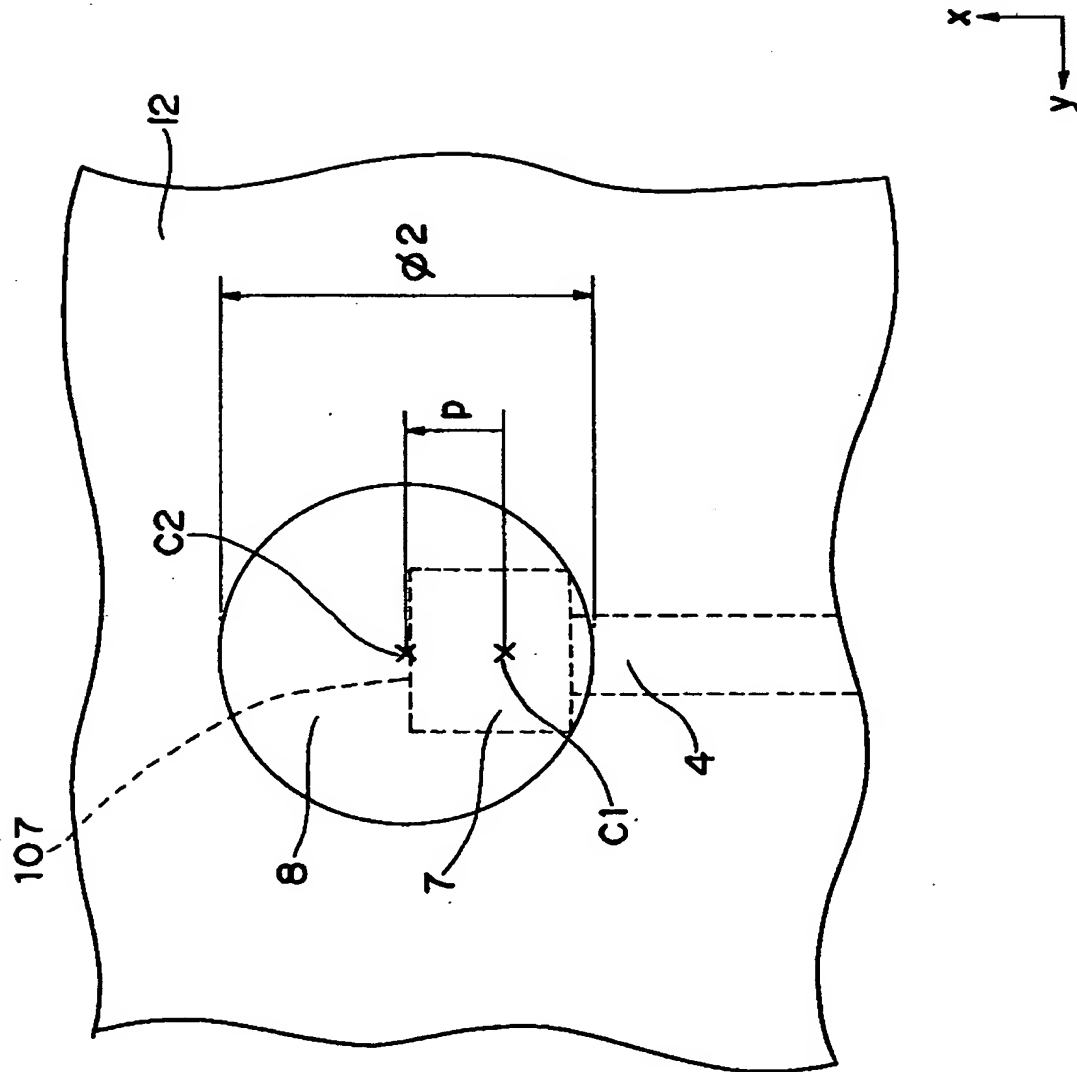


【図9】

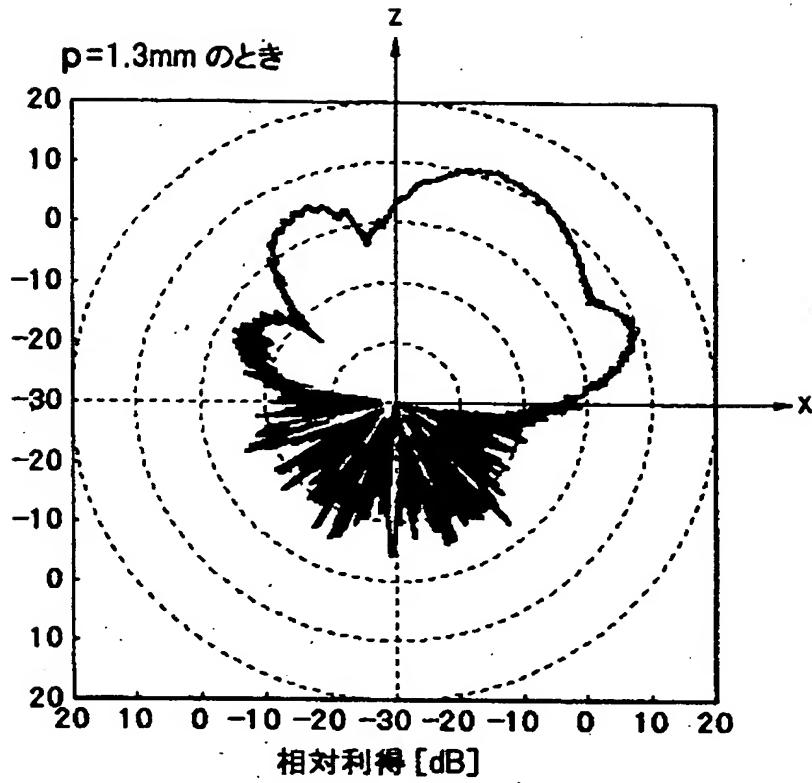


第3の実施形態

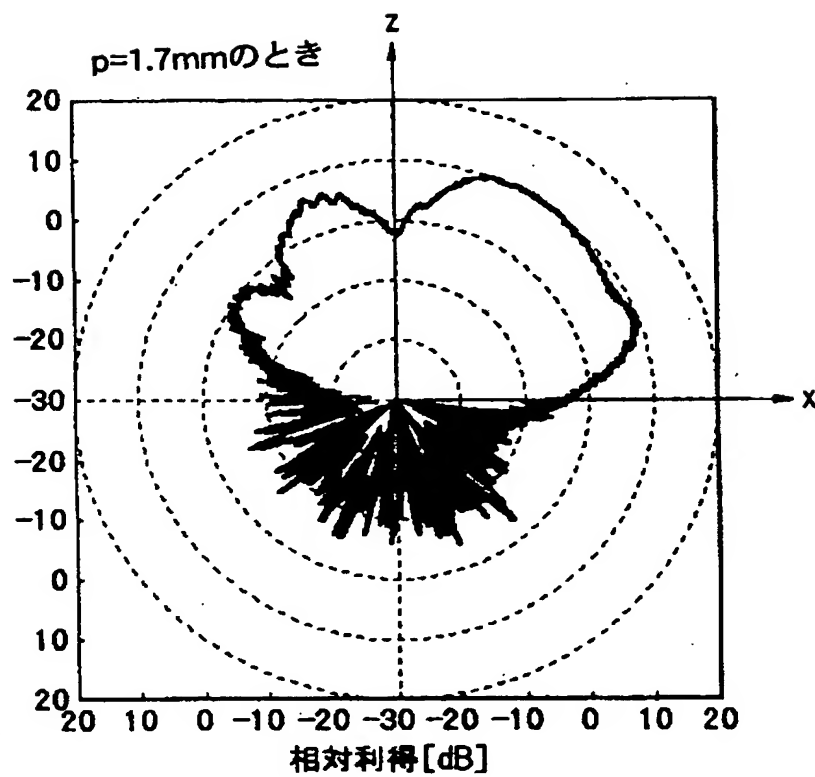
【図10】



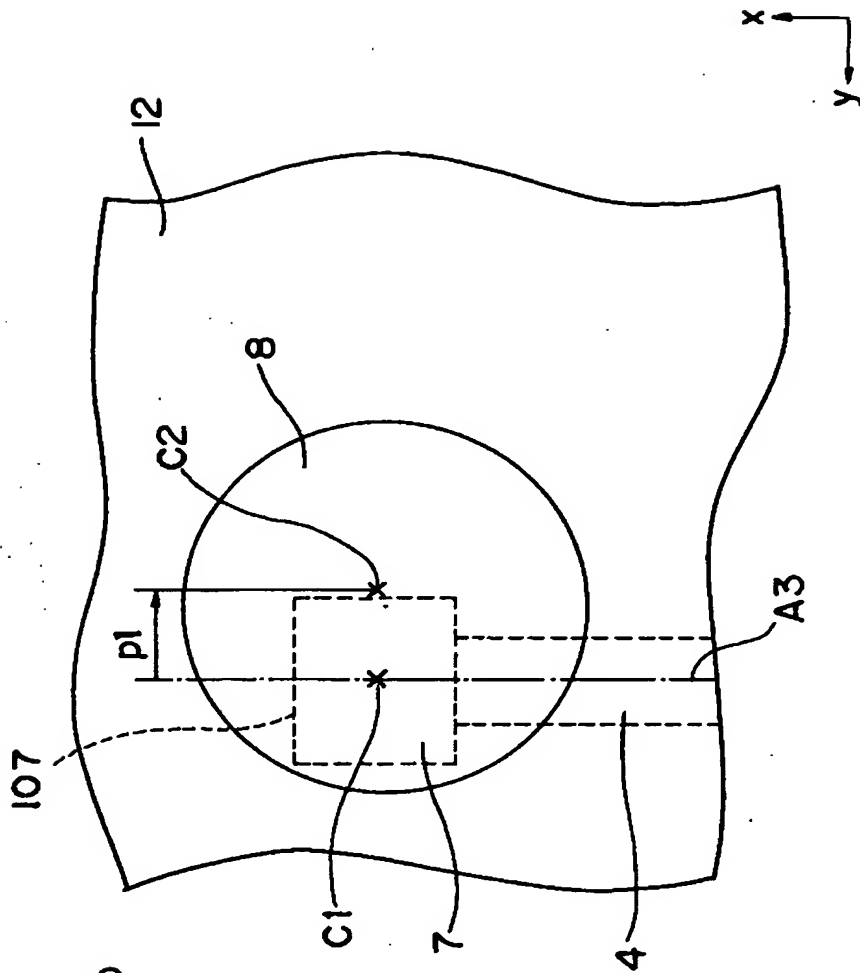
【図 11】



【図12】



【図13】

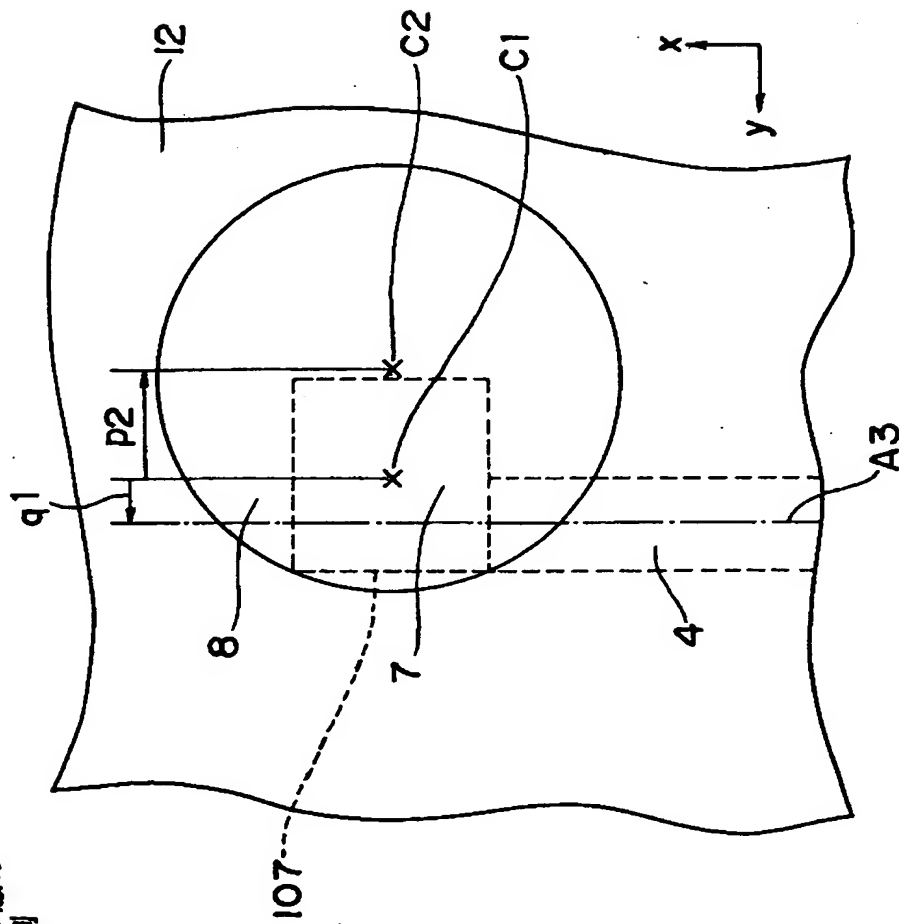


第3の実施形態の  
第1の変形例



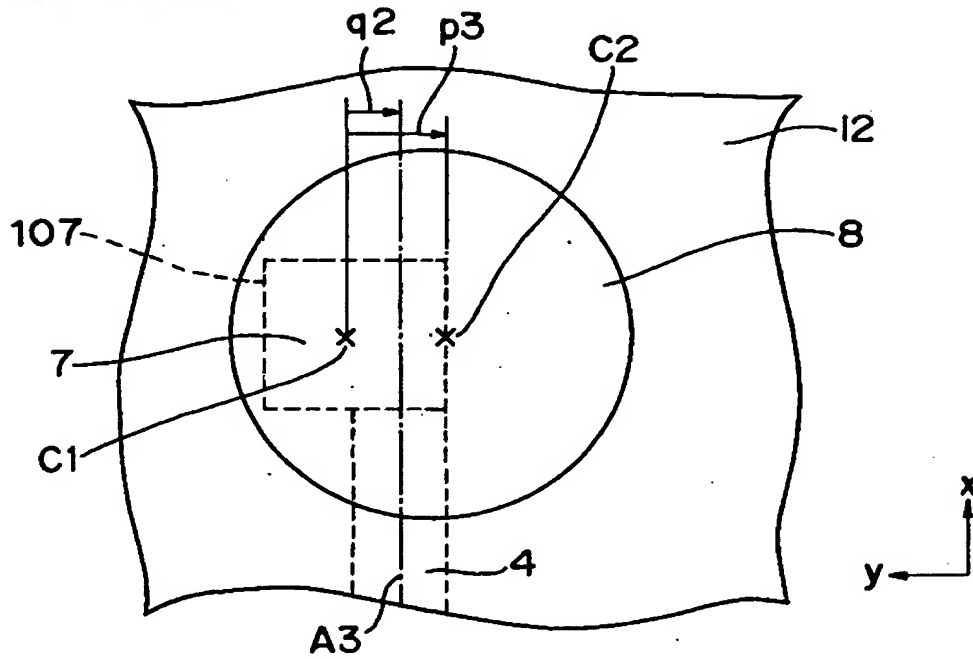
【図14】

第3の実施形態の  
第2の変形例



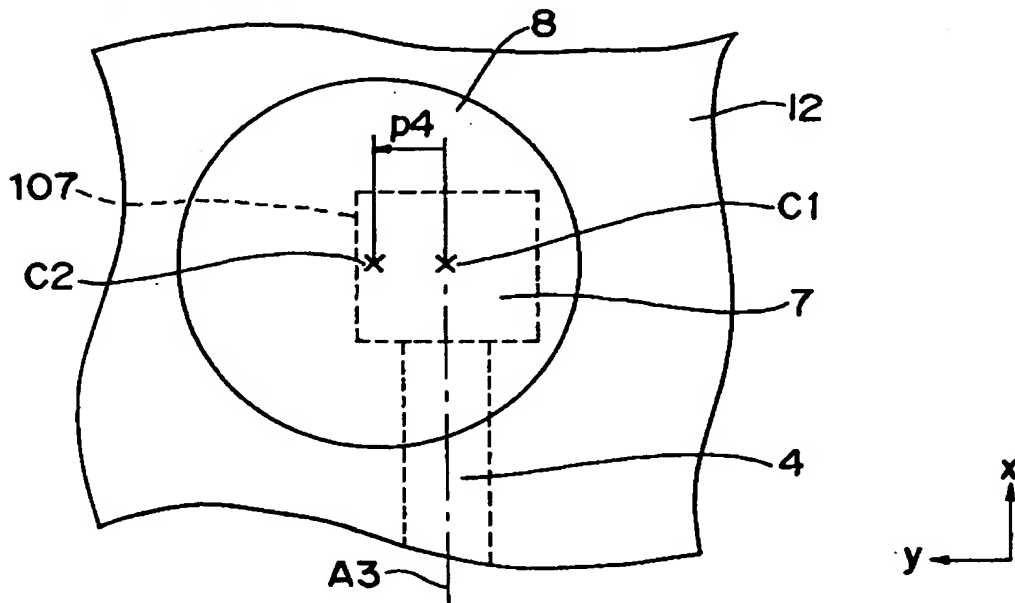
【図15】

第3の実施形態の  
第3の変形例



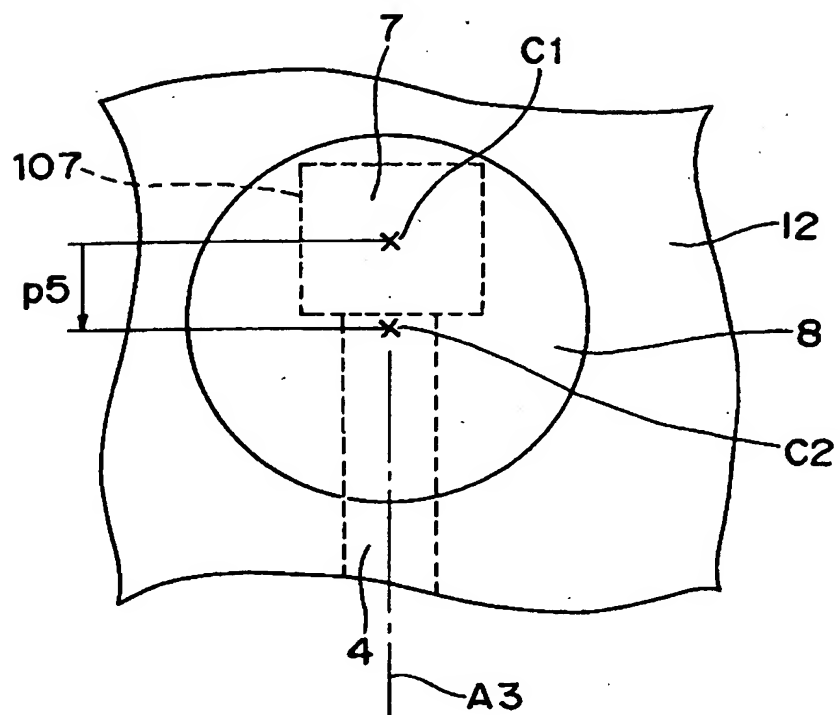
【図16】

第3の実施形態の  
第4の変形例



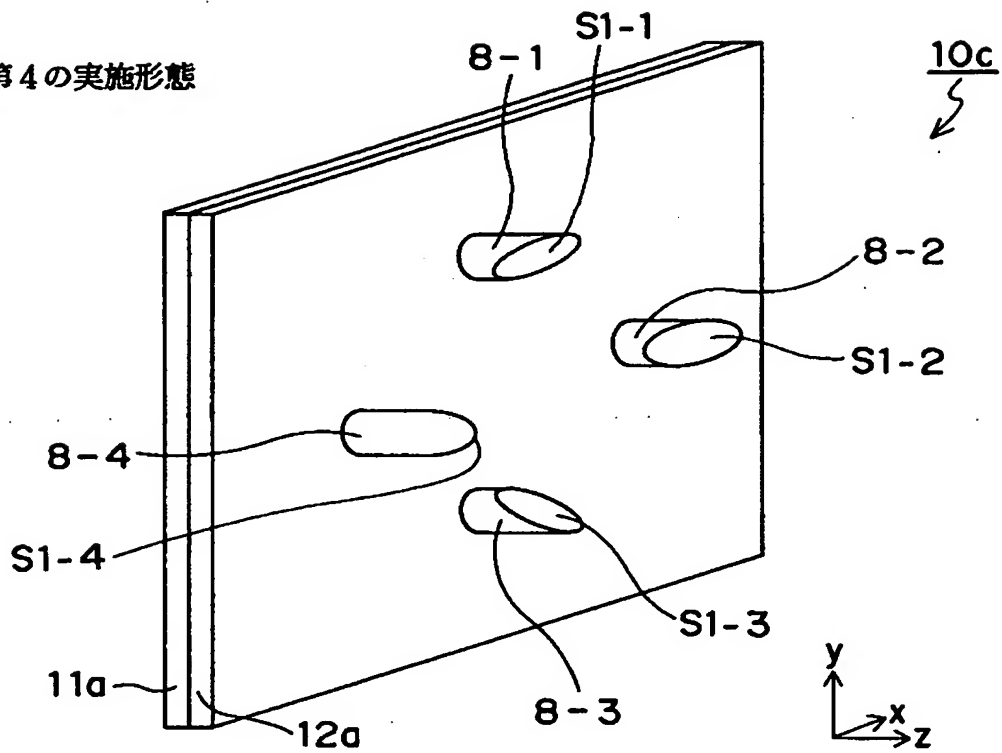
【図 17】

第 3 の実施形態の  
第 5 の変形例

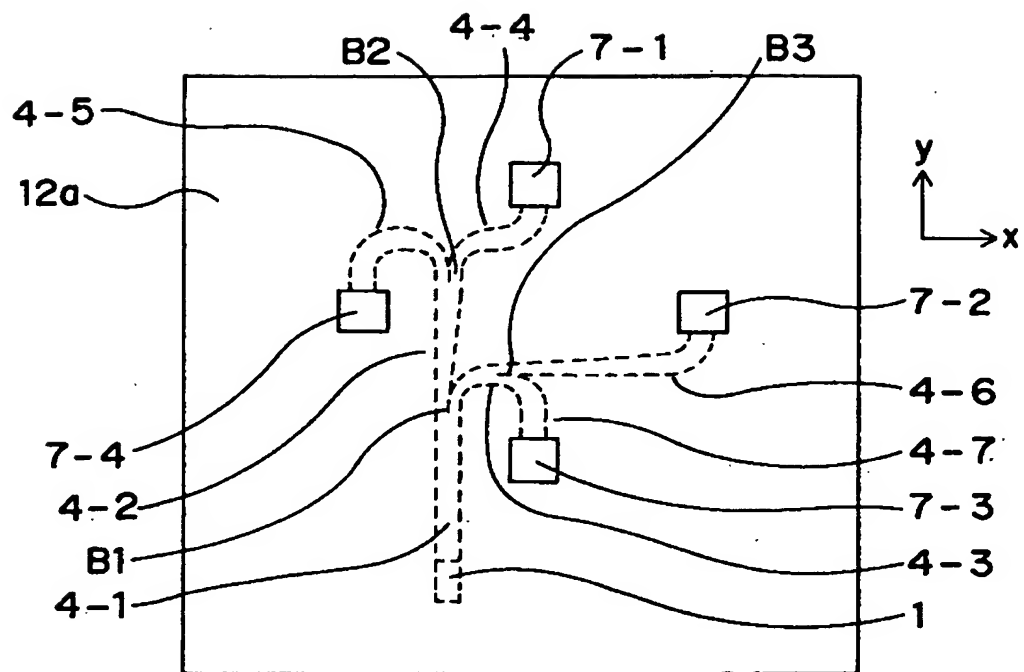


【図 18】

第4の実施形態

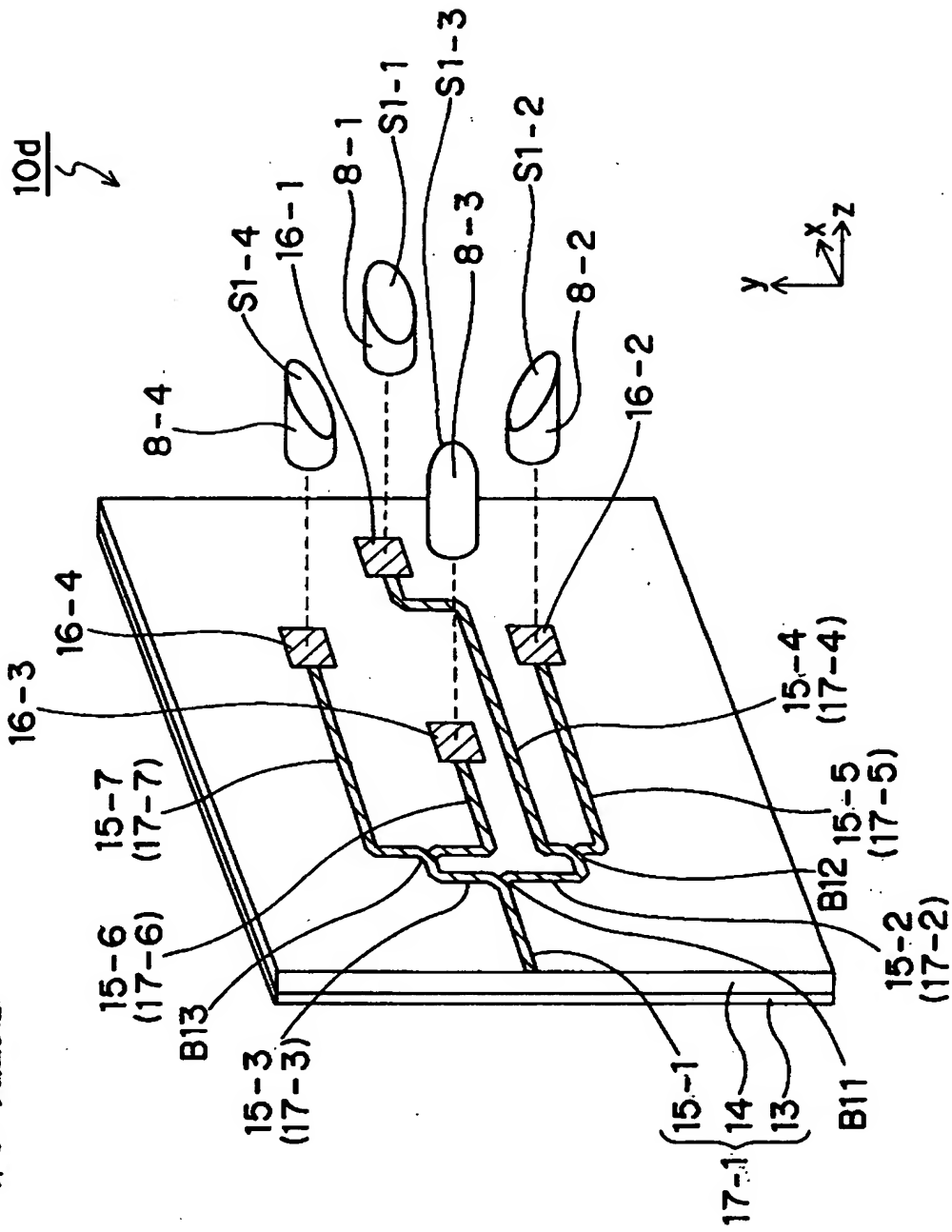


【図19】



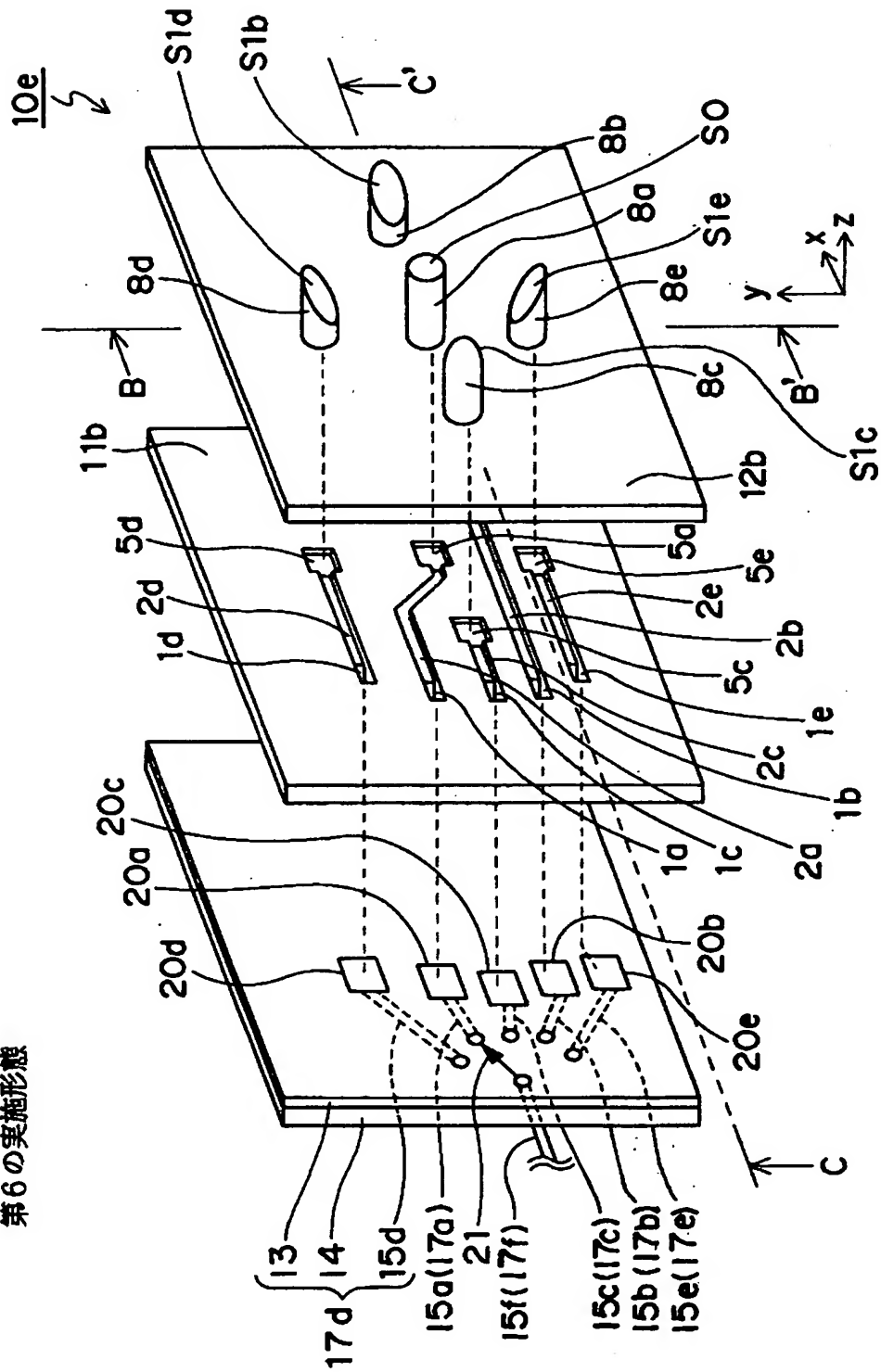
【図 20】

第5の実施形態

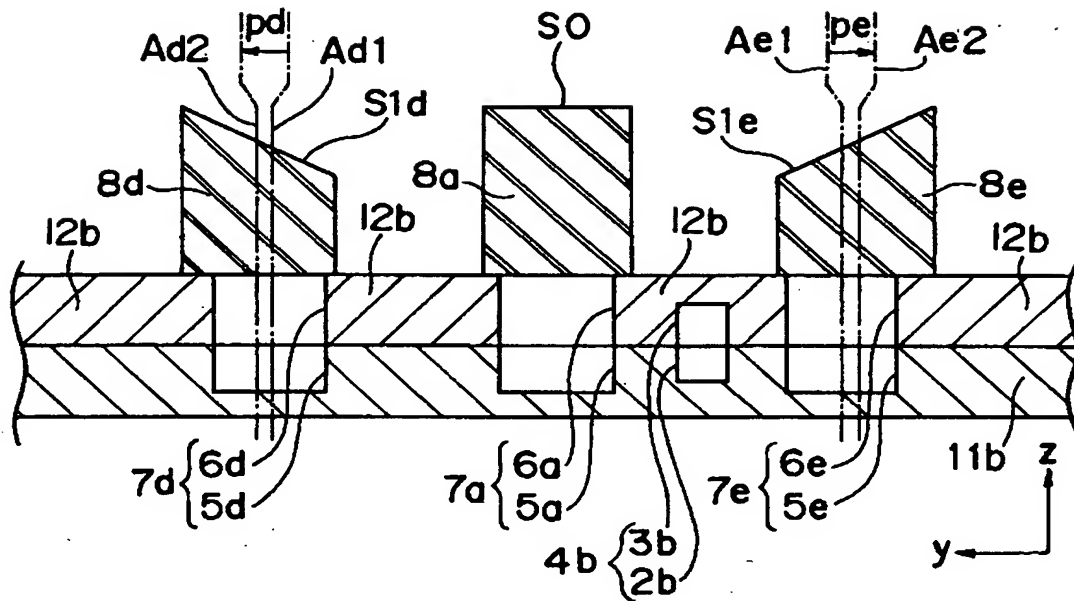


【図21】

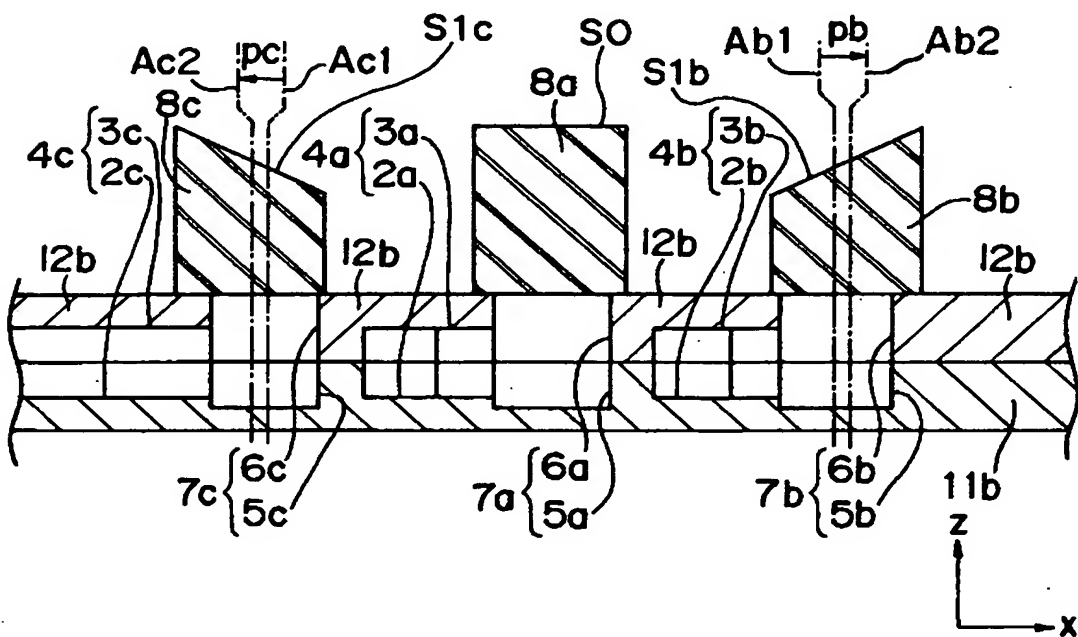
第6の実施形態



【図 22】

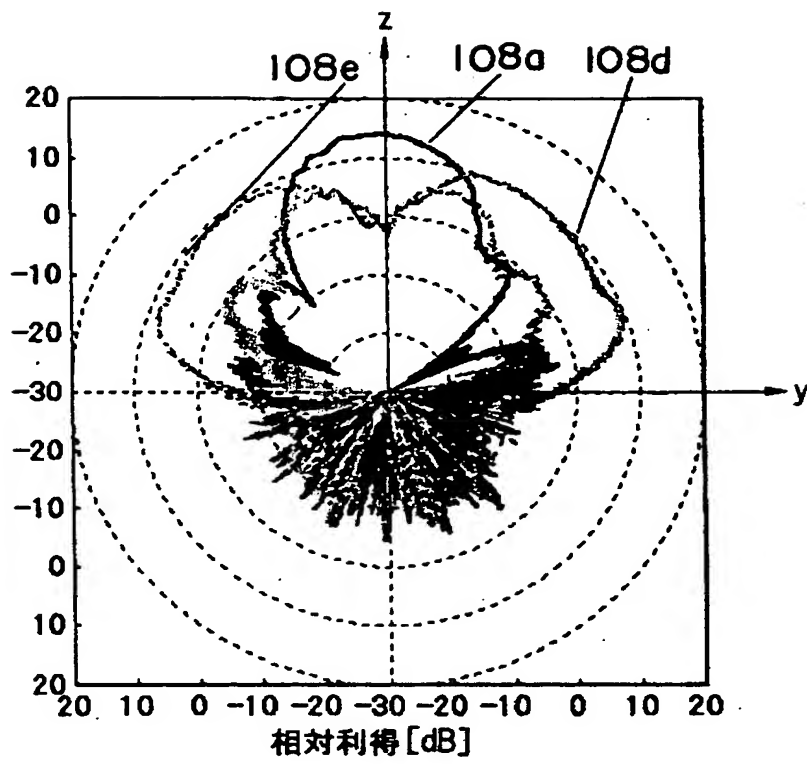


【図 23】

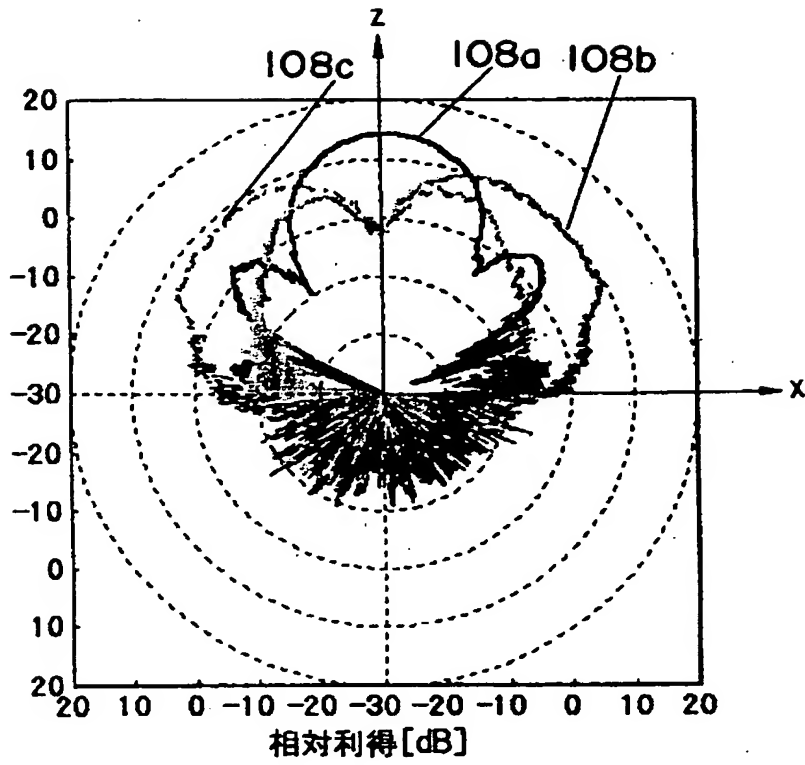




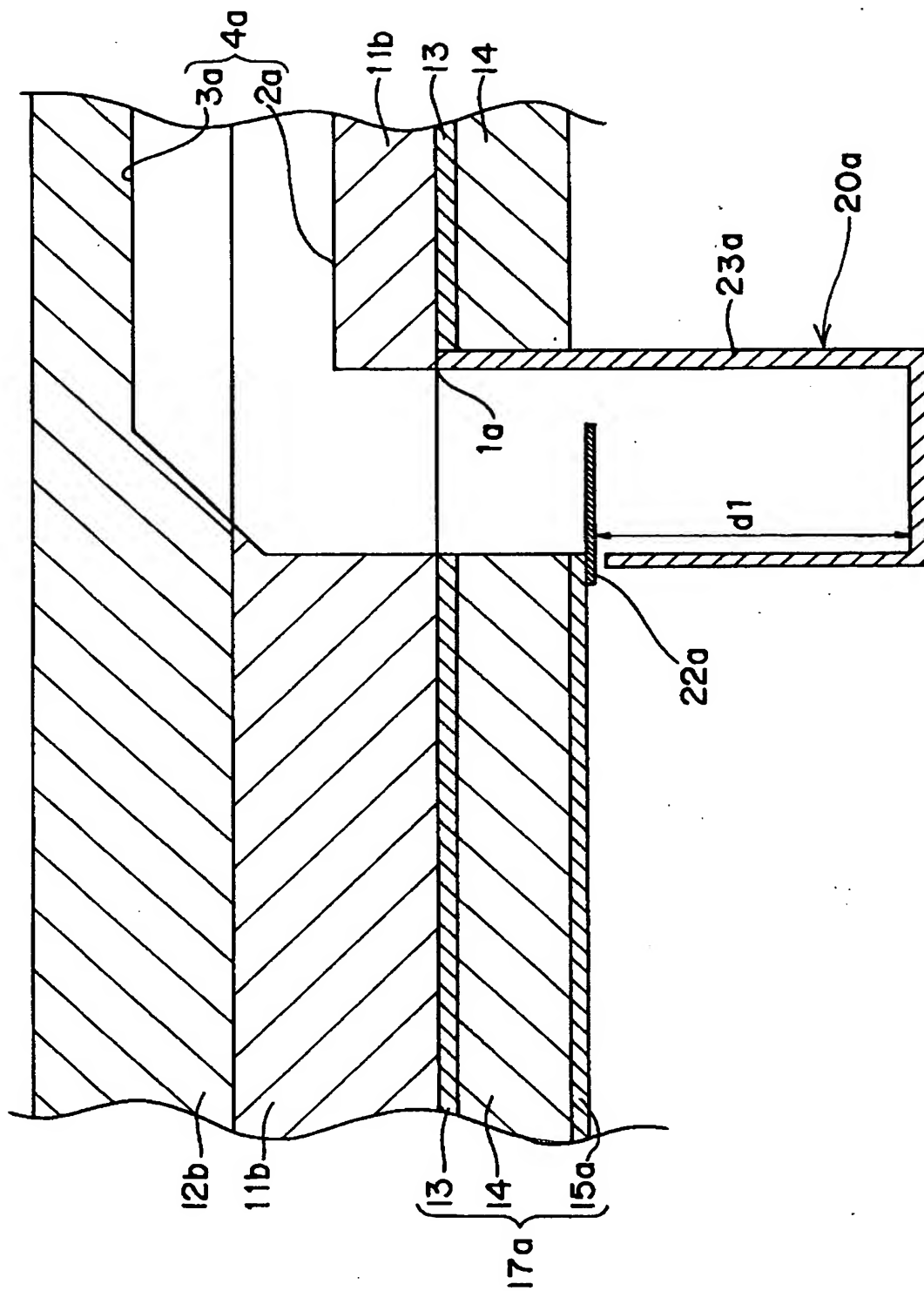
【図 24】



【図 25】

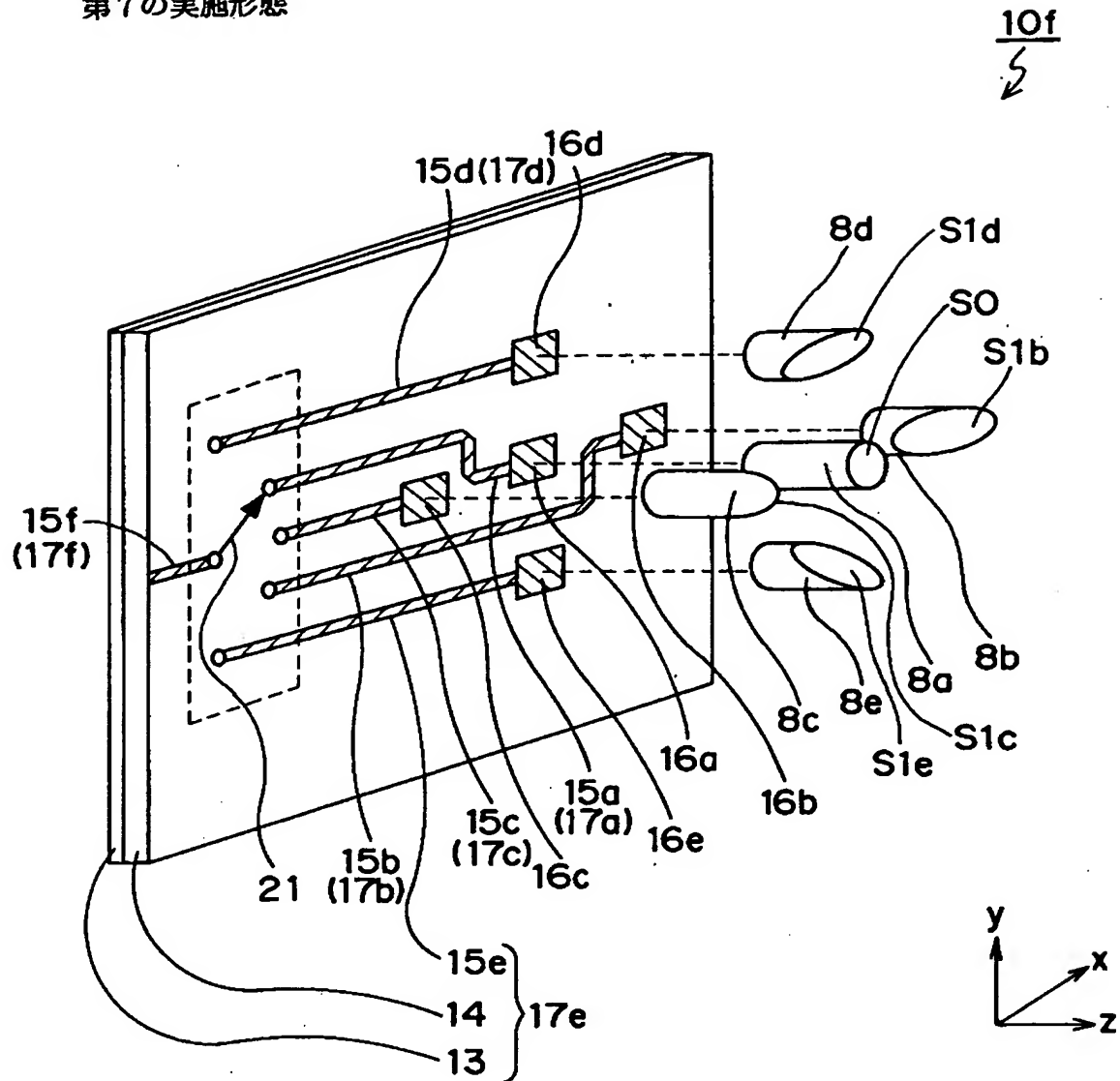


【図 26】



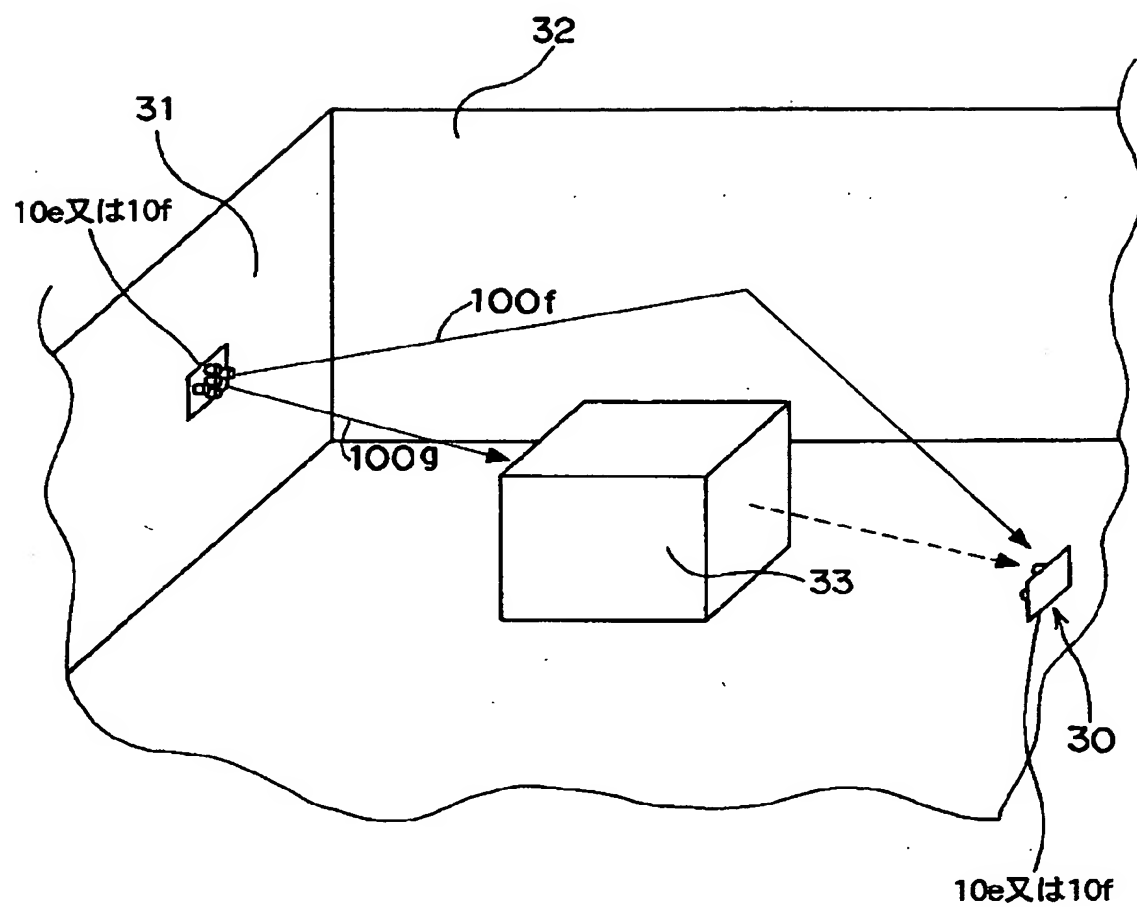
【図 27】

第7の実施形態



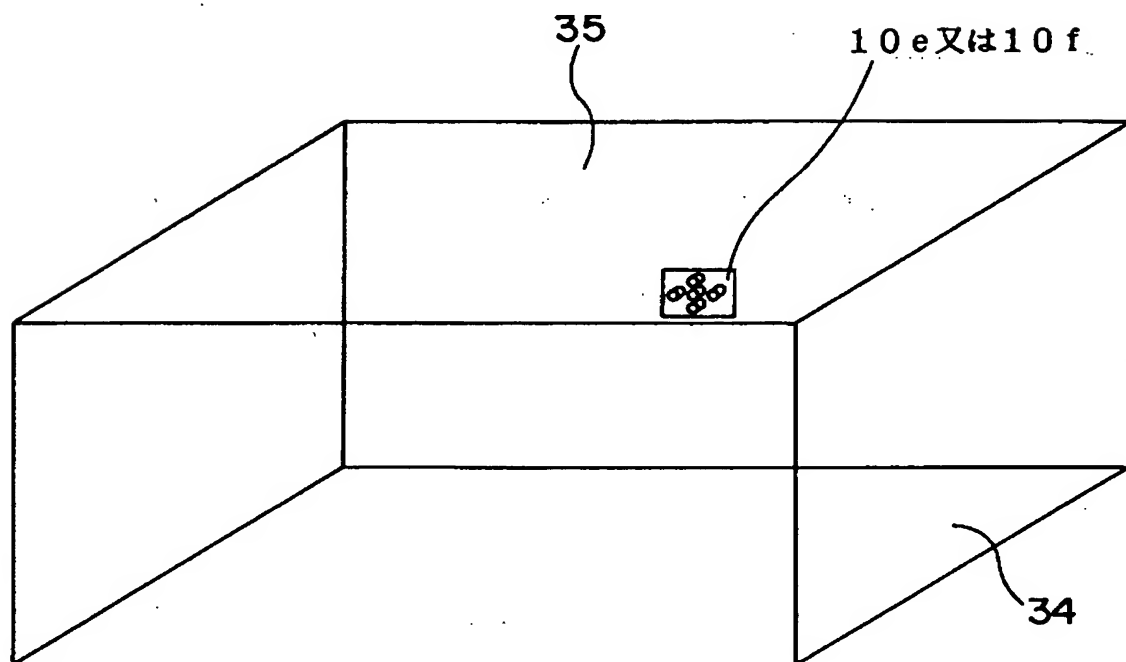
【図 28】

第6及び第7の実施形態の第1の実施例



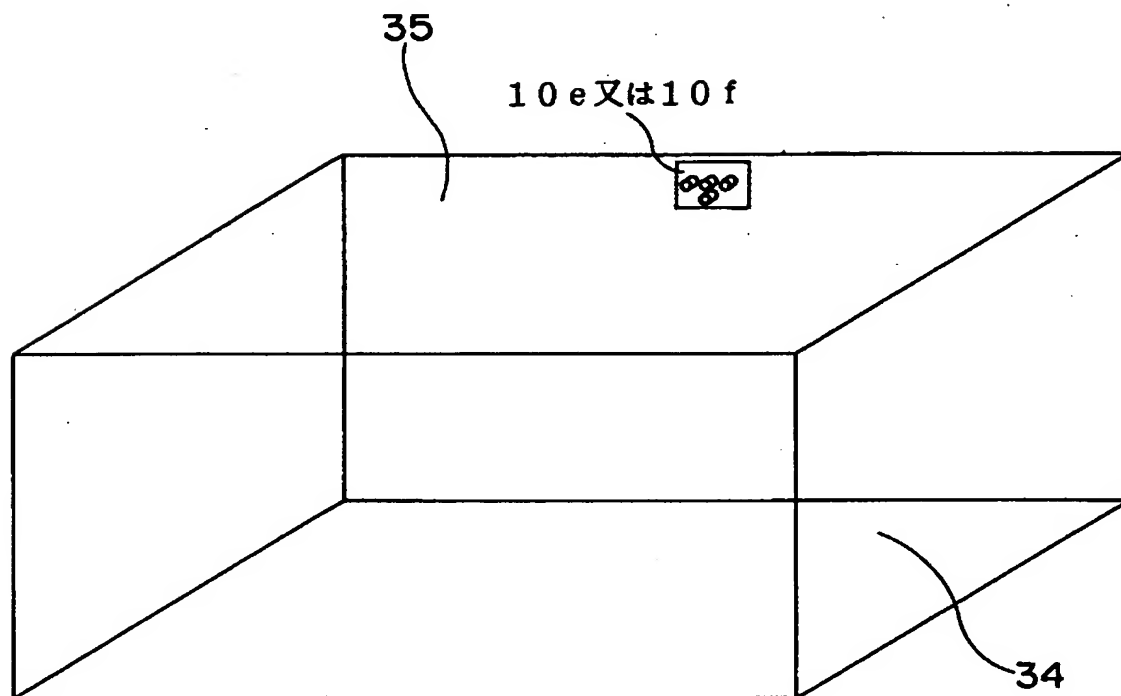
【図 29】

第6及び第7の実施形態の第2の実施例



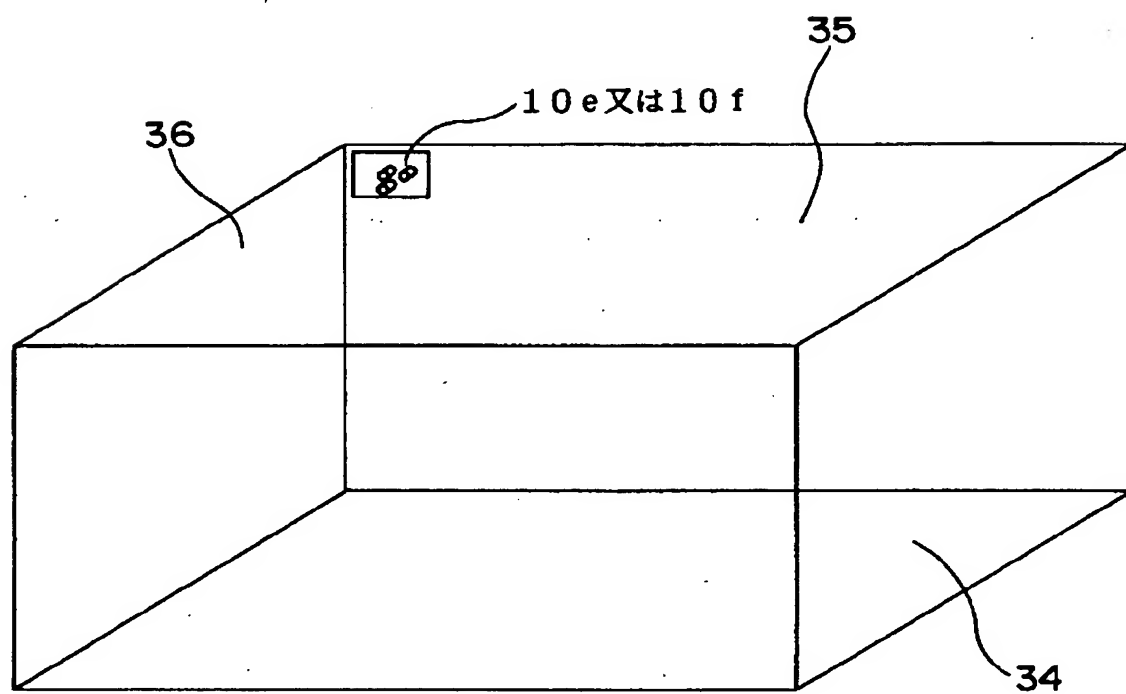
【図 30】

第6及び第7の実施形態の第1の変形例



【図 31】

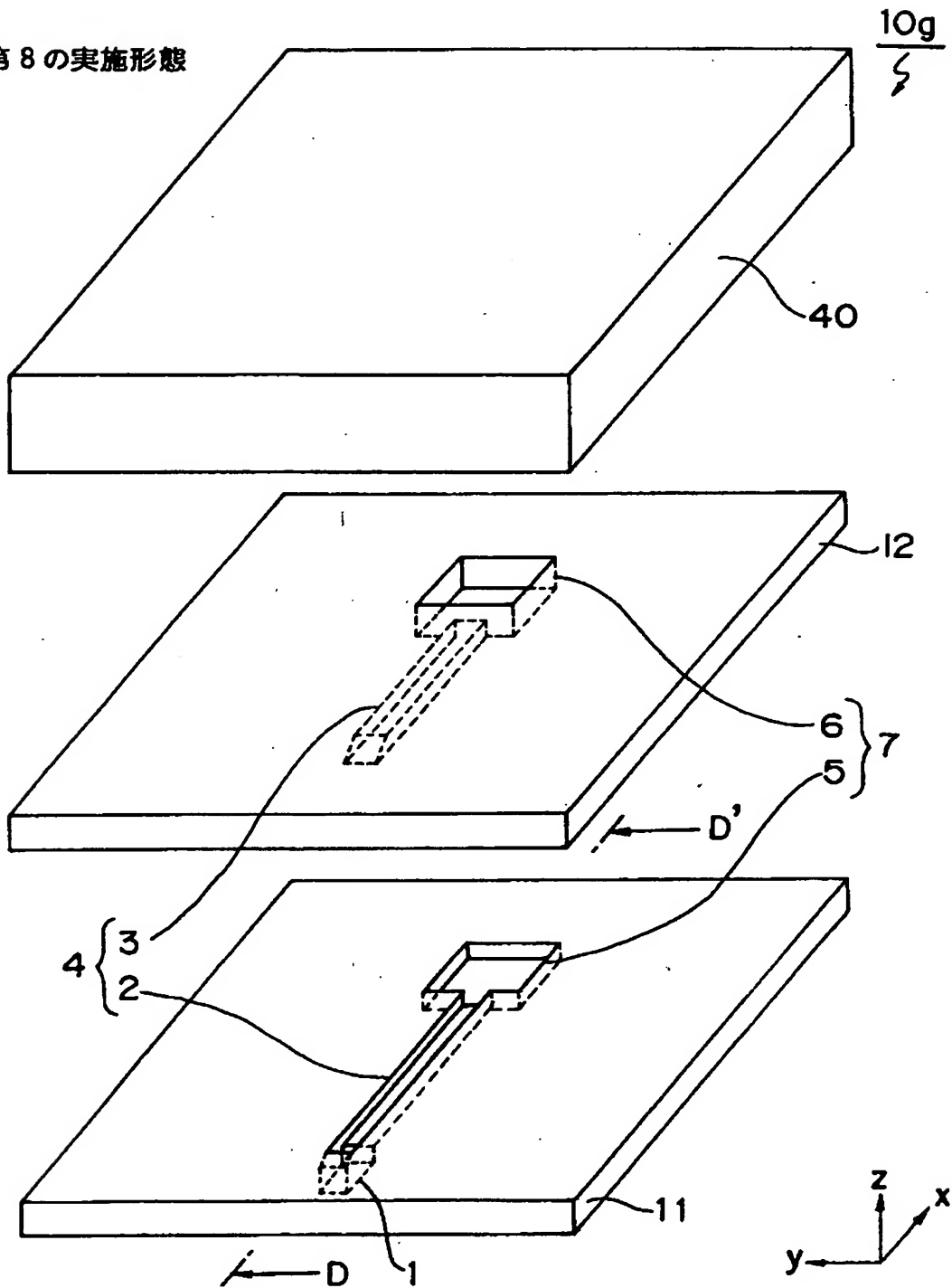
第6及び第7の実施形態の第2の変形例



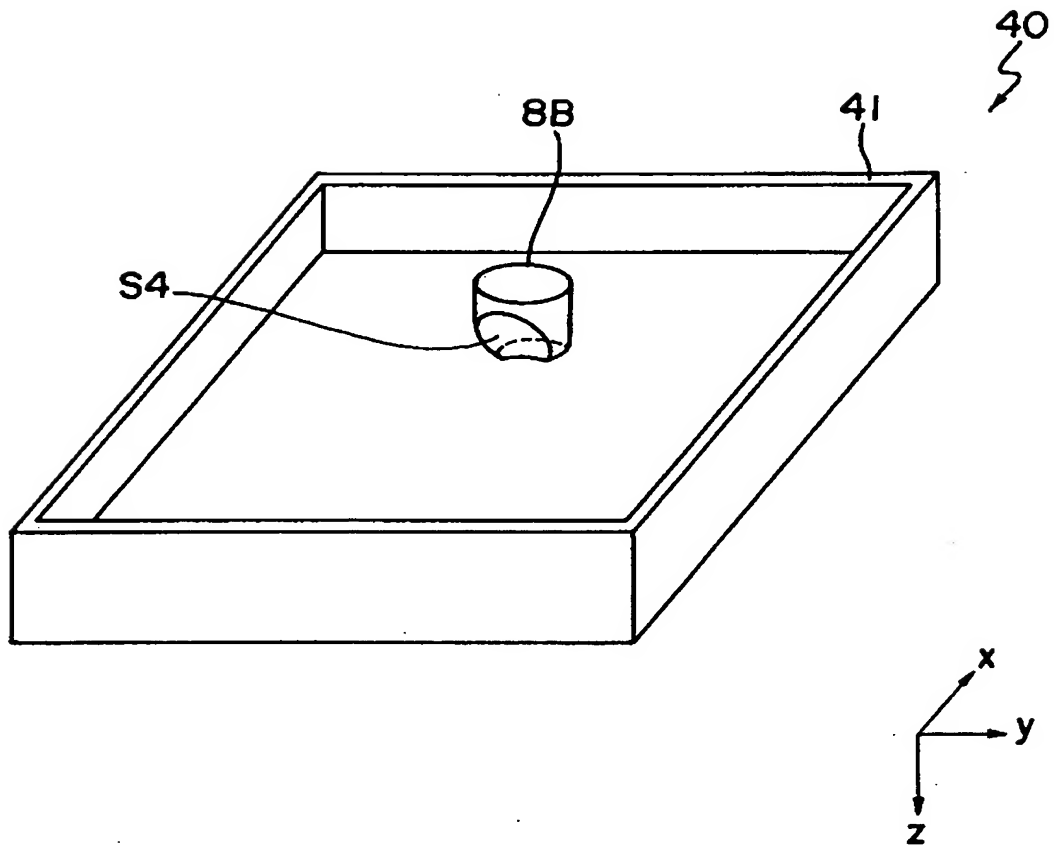


【図 32】

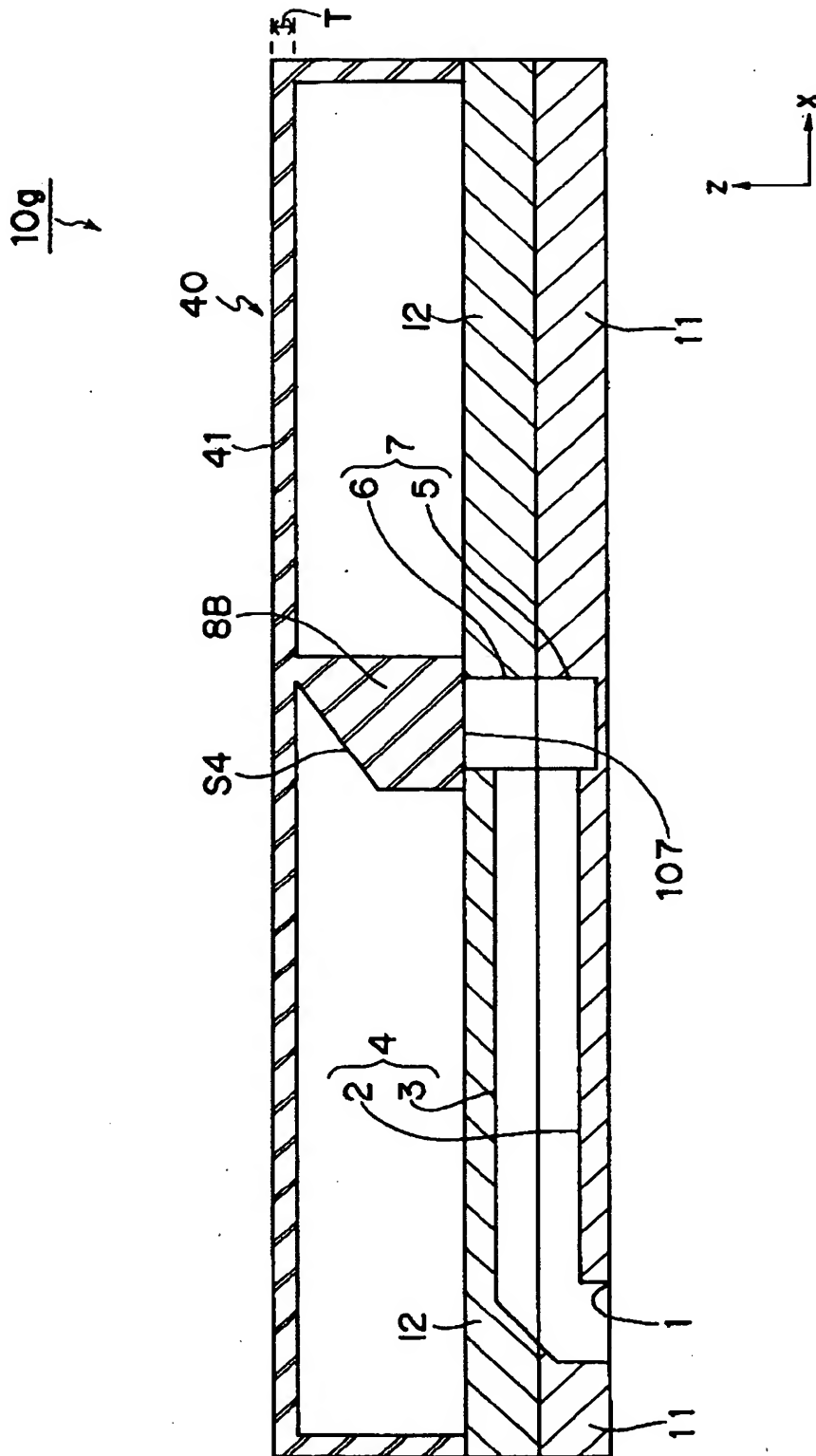
第 8 の実施形態



【図 33】

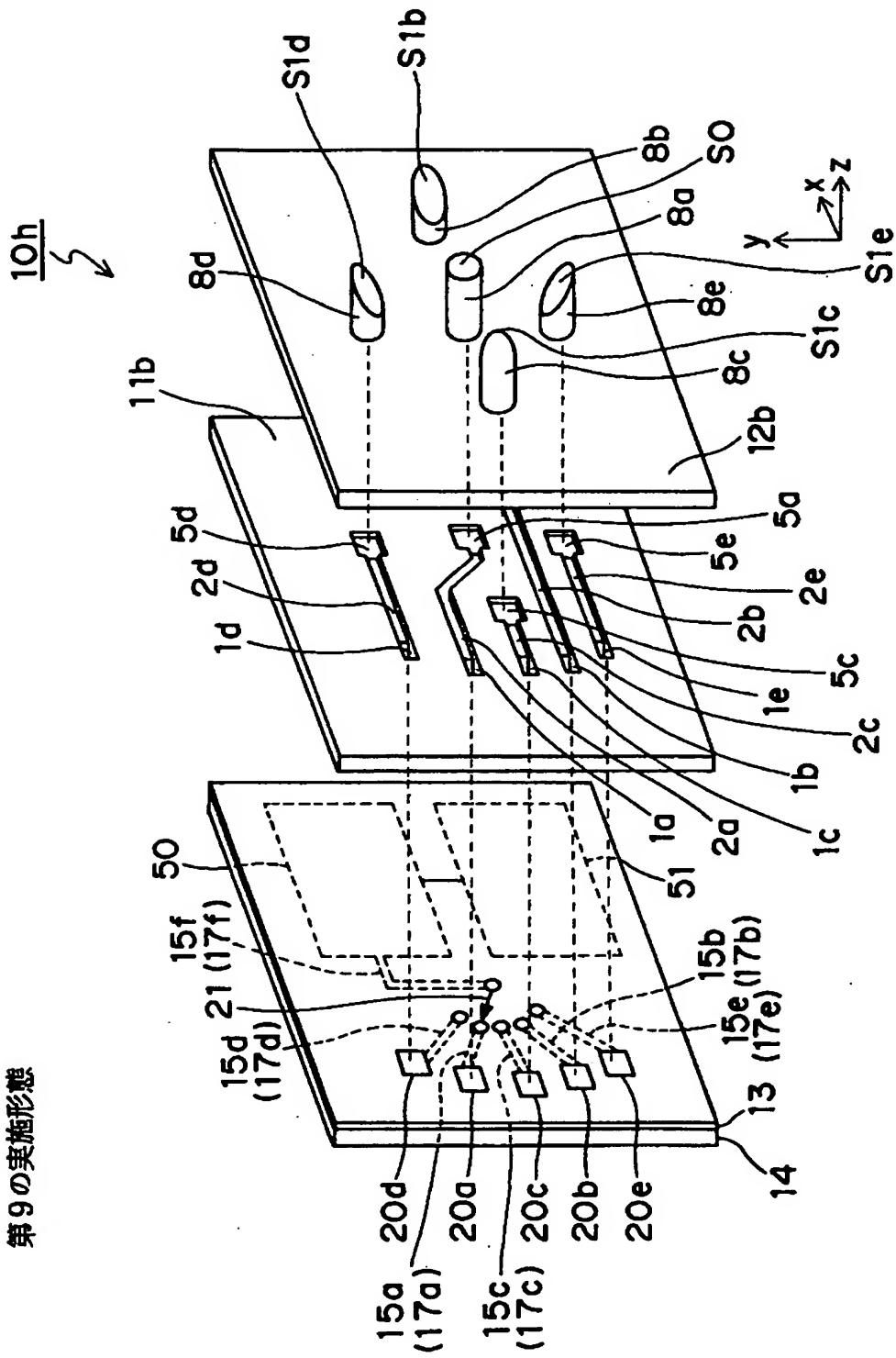


【図 34】

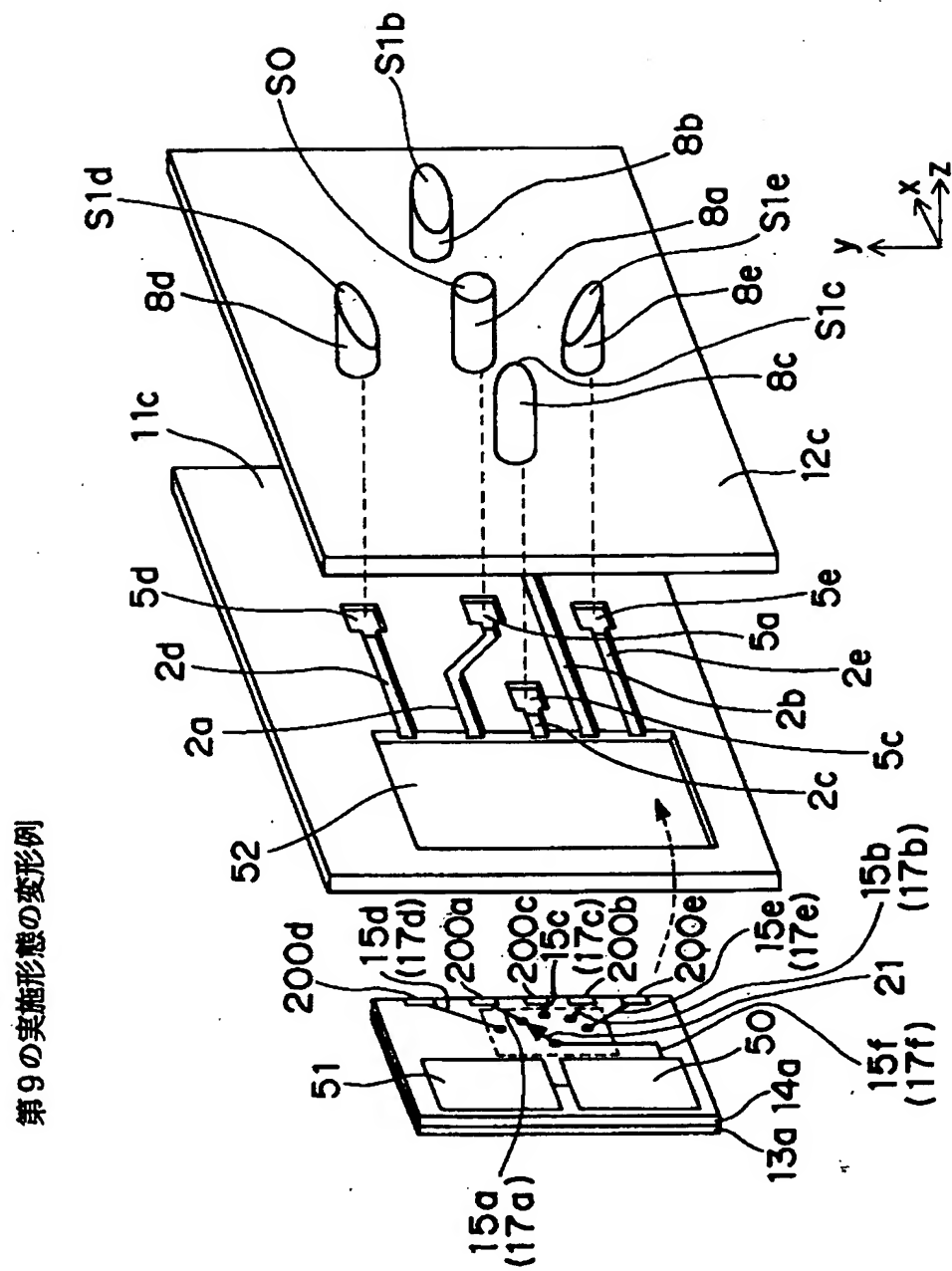


【図35】

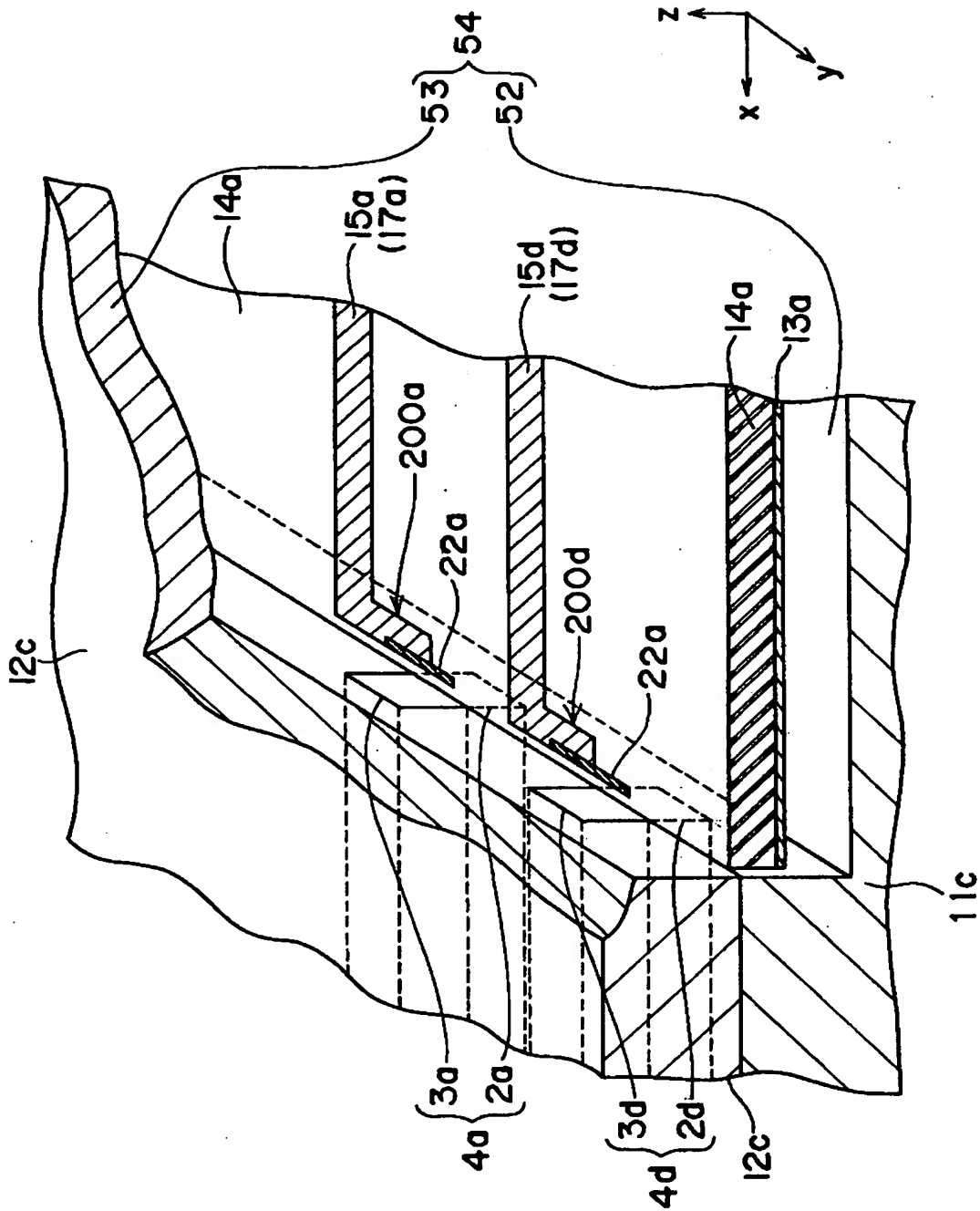
第9の実施形態



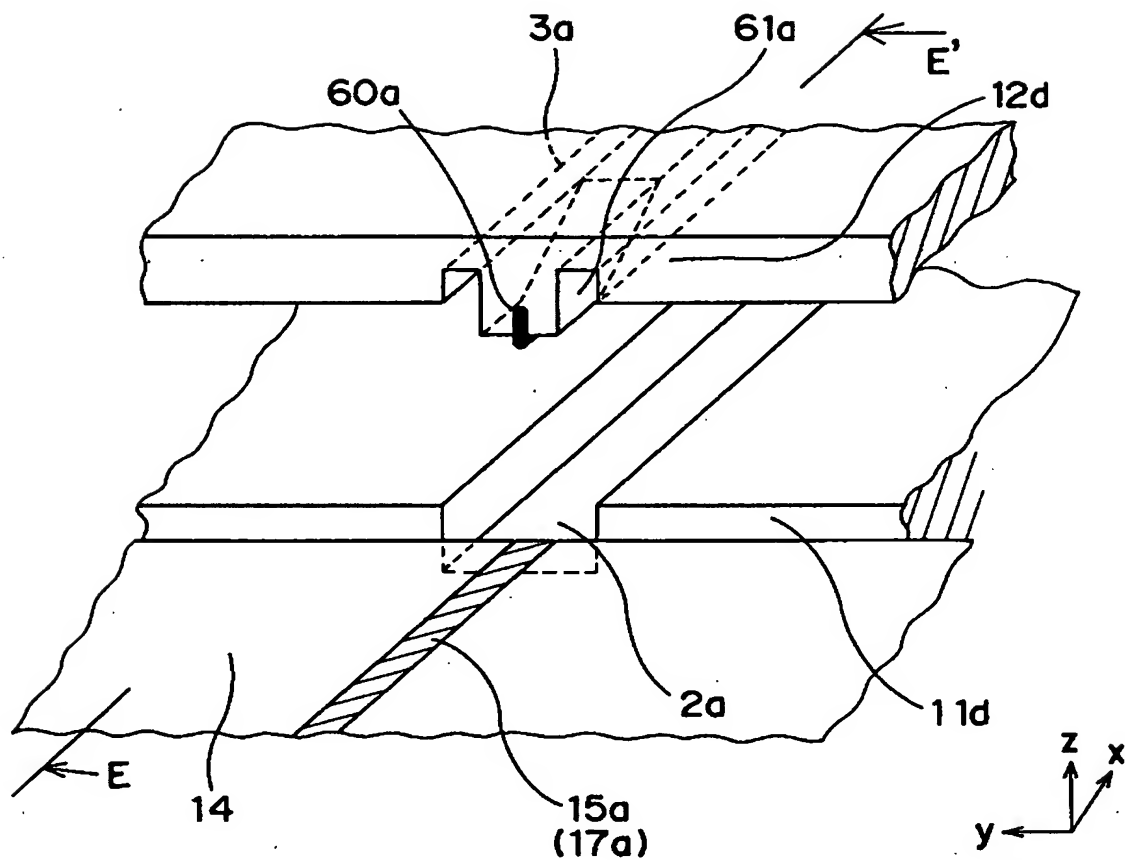
【図 3 6】



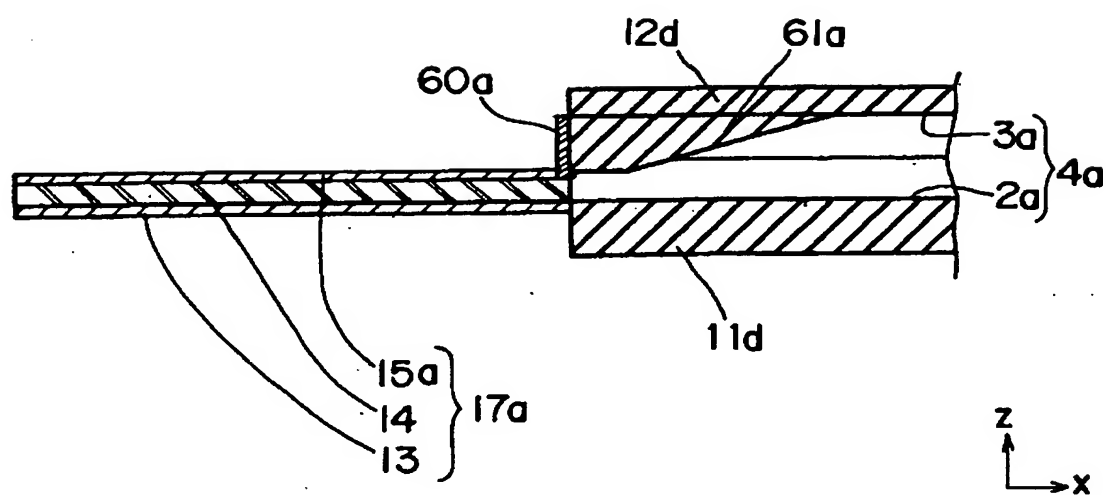
【図 37】



【図 38】



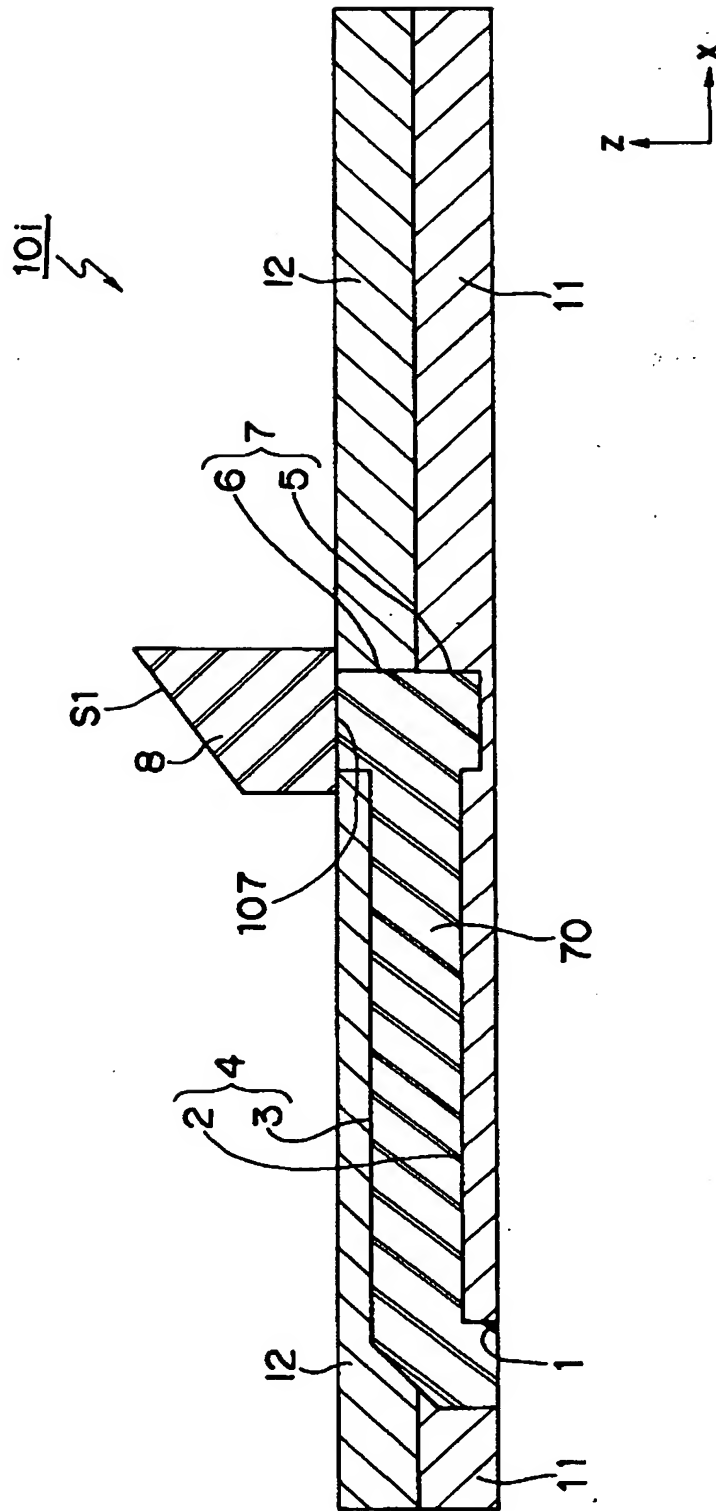
【図 39】



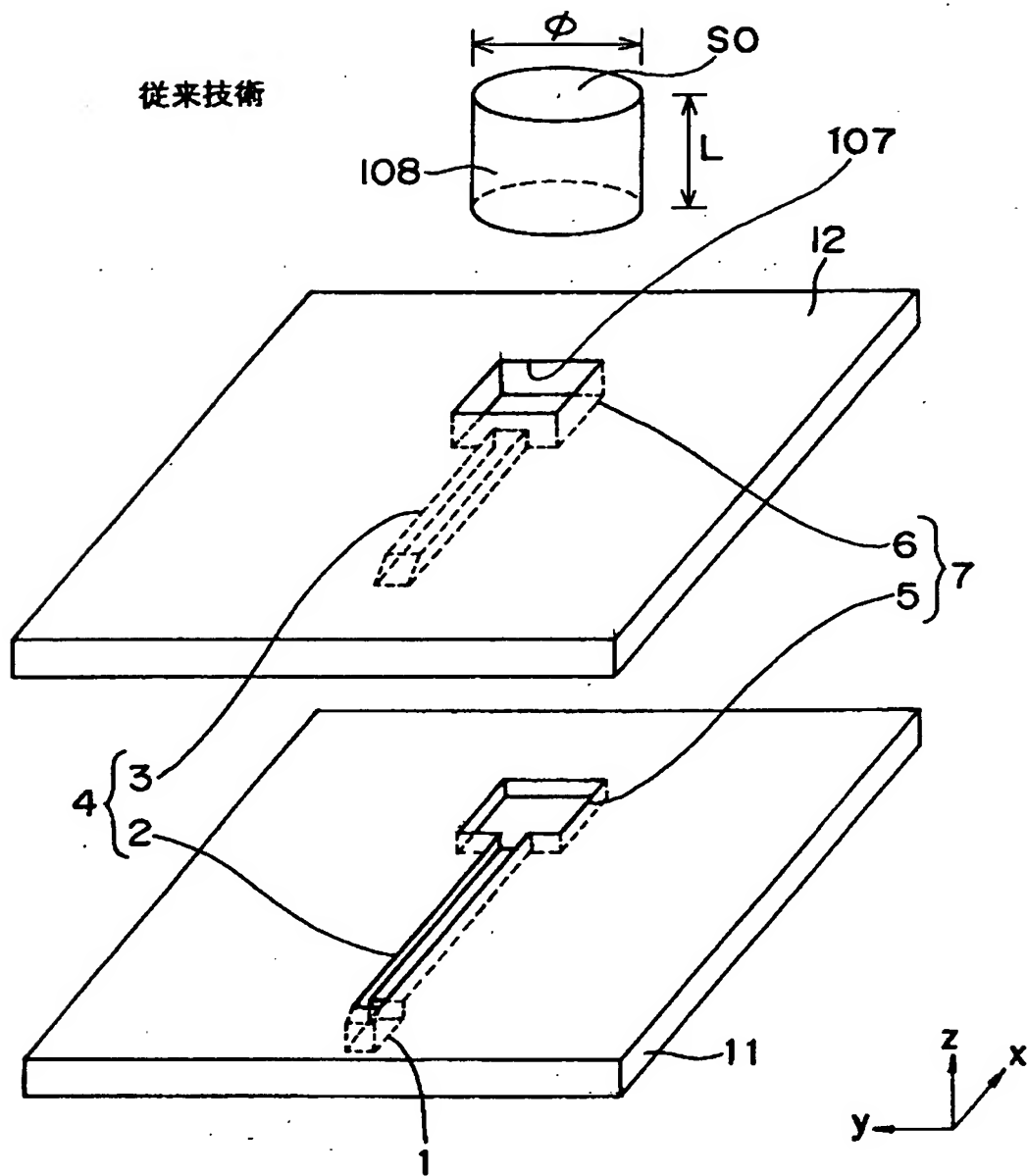


【図 40】

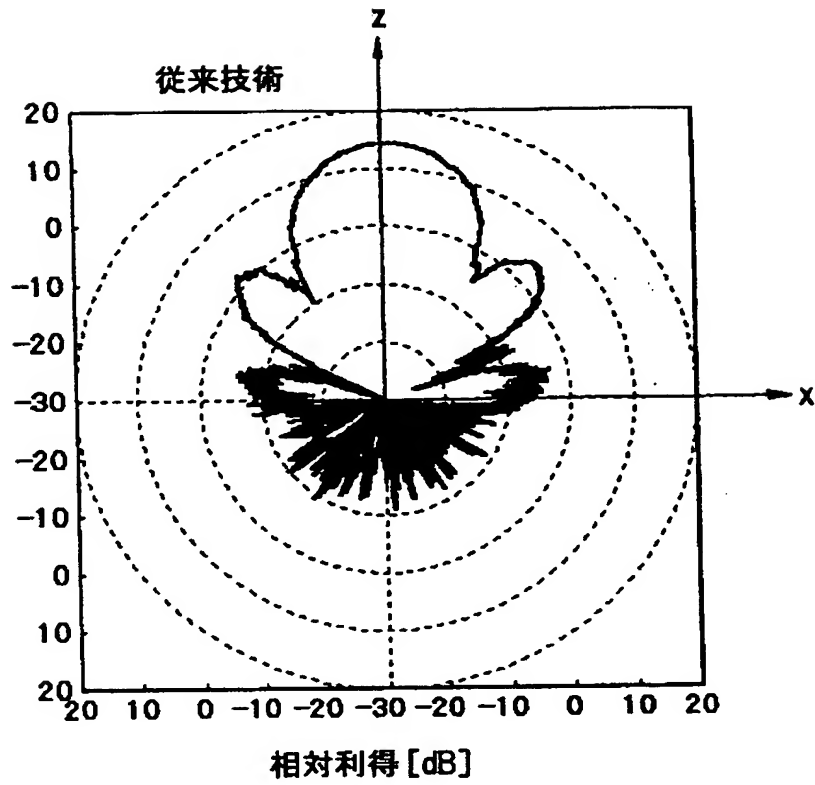
第 10 の実施形態



【図 4 1】



【図 4 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アンテナ装置自体の設置の向きに限定されない放射指向特性を有する誘電体装荷アンテナ装置を提供する。

【解決手段】 導体基板 1 1, 1 2 により、給電導波管 4 及びその端部に放射導波管 7 が形成され、放射導波管 7 の放射開口 1 0 7 上に誘電体柱にてなる装荷誘電体 8 を備えて、誘電体装荷アンテナ装置 1 0 が構成される。ここで、装荷誘電体 8 の放射面を、放射導波管 7 の管軸方向に垂直な面に対して傾斜するように傾斜面 S 1 として形成した。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社